



# عن الذباب والفئران والبشر

تأليف: فرنسواز جاكوب

ترجمة: مصطفى إبراهيم فهمي



المشروع القومي للترجمة

فرنسواز جاكوب

# عن الذباب والفران والبشر

كتاب عن ثورة البيولوجيا الحديثة  
كتبه أحد العلماء الذين ساعدوا في صنعها

ترجمة: مصطفى إبراهيم فهمي



٢٠٠٠

# **Of Flies, Mice, and Men**

---

Francois Gacob

## المحتويات

### رقم الصفحة

### الموضوع

5	مقدمة المترجم ..
7	مقدمة ..
13	أهمية ما لا يمكن التنبؤ به ..
31	الذباية ..
49	الفار ..
65	المجموعة الإنشائية ..
83	الذات والآخر ..
101	الخير والشر ..
119	الجمال والحق ..
137	خاتمة ..
143	معجم ..





## مقدمة المترجم

مؤلف هذا الكتاب هو د.فرانسوا جاكوب أستاذ وراثيات الخلية وعضو الأكاديمية الفرنسية والحائز على جائزة نوبل في الطب (بالمشاركة) في ١٩٦٥ لأبحاثه في الوراثة. وأبحاثه هذه قد أسهمت ولاشك في ثورة البيولوجيا الحديثة التي أهلتها لأن تكون في مقدمة علوم القرن الحادي والعشرين.

وواضح أن المؤلف ليس فحسب بارعاً في تخصصه العلمي وإنما هو أيضاً عاشق مولع بعلمه ويود أن يشرك القراء معه في هذا الولع.

وكتابه وكأنه صلاة متعبد في محراب العلم وإن كان فكره مشغولاً أيضاً بشئون الدنيا والمجتمع. وهو يملأ كتابه حيوية جذابة بما ينثره في فصوله من أساطير الأقدمين التي تتعلق بسعى الإنسان الدائم وراء المعرفة ونارها التي سرقتها بروميثيوس من الآلهة وأعطاهها للإنسان فعوقب هو والإنسان على هذه المعرفة الخطيرة. وهو أيضاً يثرى الكتاب بسرد فترات من تاريخ العلم وكذلك بعض خبراته الشخصية في الأبحاث العلمية ومجتمع العلم والطلبة. ثم هو يوصل إلينا في ثانياً هذا كله قصة الاكتشافات المذهلة في البيولوجيا الجزيئية وبيولوجيا التطور.. وإلى جانب ما أدت إليه هذه الاكتشافات من تطبيقات مذهلة في الهندسة الوراثية، أدت أيضاً إلى زيادة وعي الإنسان بنفسه وفهمه لمعنى الحياة ككل ومن أين تأت لنا ومن نكون فيها. ثم هو يمعن النظر في دور العلماء في المجتمع الحديث، ويرى أنه ليس فحسب مجرد البحث والابتكار والتنبؤ، وإنما يجب على العلماء أيضاً أن يشرحوا للجمهور غير المتخصص مجمل أبحاثهم ومشاكلها وتأثيرات تطبيقاتها في المجتمع، وألا يذكروا في ذلك إلا الحقيقة وحدها، كل الحقيقة، بلا حذف أو مبالغة أو تهوين.

فالجمهور يجب أن يتوفر لديه من الثقافة العلمية ما يتيح له المشاركة في إبداء الرأي بشأن مشاكل تطبيقات العلم اجتماعياً، ولكن ليس في البحث العلمي نفسه، فهذا من شأن العلماء وحدهم.

هناك أيضاً حقيقة خطيرة يرى المؤلف أننا نتعلمها من البيولوجيا الجزيئية، وهذه الحقيقة هي الوحدة الشاملة الكامنة في الكائنات الحية كلها رغم اختلافها وتنوعها في المظهر. فهذه الكائنات، من أبسطها كالبكتيريا حتى أكثرها تعقداً كالإنسان، وكلها مبنية بنفس وحدات البناء وبنفس أدوات التحكم تقريباً، بواسطة منظومة إنشائية أو

توليفية، تعيد دائماً توليف أو تنظيم الوحدات نفسها ولكن في ترتيب مختلف جديد ينتج عنه كائنات مختلفة متنوعة متجددة. هذا إذن كتاب يثبت وحدة الوجود وتوحد بناء الحياة، ويثبت ذلك بالبراهين العلمية والأخلاقية والفلسفية، بأسلوب غاية في السلاسة والرهافة، أسلوب شاعر أكثر منه عالم، فالمؤلف يعتقد أن العلم الذي يعشقه قريب جداً من الفن، وهو يحاول أن يستثير بكتابه كل ما لدى القارئ من أحاسيس ومشاعر ليحب العلم مثله حتى ولو كان علم الوراثة والتطور.

---

**د. مصطفى إبراهيم فهمي**

---



## مقدمة

وسأل كانديد، ولكن لأى غاية إذن «صنع العالم»؟

وأجاب مارتن «ليجعل منا مجانين».

فولتير، كانديد

كتب ديونى بوزاتى قصة قصيرة، «التكوين» يصف فيها كيف أنجز كبير الآلهة عمله حسب أساطير الأولين.

لقد صنع الكون فى أول الأمر، وفيه فى أحد الأركان كرة صغيرة- كوكب- صُمم بطريقة تتيح وجود ظاهرة غريبة مسلية جداً: الحياة. أصبح خيال كبير الآلهة مأخوذاً بفكرة هذه الكرة الصغيرة وقد علقت فى لا نهاية الفضاء حاملة حشداً من كائنات تأتى إلى الوجود، وتنمو وتتكاثر وتموت».

اندفعت فى التوجمهرة من أنصاف الآلهة، عفاريت التصميمات، يعرضون نماذجاً لما لا يحصى من أنواع الكائنات الحية- النباتات والحيوانات- اللازمة لتأكيد نجاح هذا الكوكب. وبعد مناقشات كثيرة دارت بين كبيرة الآلهة ولجنته التنفيذية، انتهى كبير الآلهة إلى الموافقة على معظم المشروعات. على أنه ظل هناك عفريت بائس فشل فى أن يجذب انتباه كبير الآلهة. ولكنه تمكن أخيراً من أن يشق طريقه إلى قدمى الكبير. كانت رسومه التخطيطية تظهر حيواناً له مظهر كرية حقاً، لا يقال عنه أنه مقرف، ولكنه يلفت النظر لأنه يختلف تماماً عن التصميمات الأخرى. وقد رسم العفريت فى ناحية الذكر، ورسم فى الأخرى الأنثى.

وكان لحيواناته هذه أربع سيقان مثل الحيوانات الأخرى ولكن- حسب ما يحكم به من الرسم على الأقل- كانت هذه الحيوانات تستخدم ساقين فقط للمشي. ولم يكن لها أى فراء سوى بعض خصل شعر هنا وهناك، وأساساً فوق رؤوسها. لم يتحمس كبير الآلهة تحمساً كبيراً لهذه التصميمات. ولكن صاحب التصميم كان لديه إصرار: سيكون هذا اختراعاً غير عادى؛ سيكون الكائن الوحيد العاقل، الكائن الوحيد القادر على عبادة رب الأرباب، وعلى إقامة المعابد لتمجيدته، وأن يشن باسمه حروباً إجرامية رهيبة. وأجاب كبير الآلهة مذعوراً «تعنى أن تقول أنه مثقف، أى شئ إلا ذلك!» وابتعد مصمم الرجل والمرأة وهو يتذمر.

اتخذت الأرض زينتها، وأصبحت مكاناً للأعمال المعجزة والأعمال الوحشية، مشاعر  
النشوة ومشاعر الخوف، الحب والموت وأصبحت الأرض مليئة بمختلف الأشياء الحية،  
منها ما هو بهيج وما هو كره، الوديع والمتوحش، الرهيب والودود، الجميل والمقرف: أم  
أربع وأربعين، السنديان، الدودة الشريطية، النسر، النمى، الغزال، شجرة الوردية.  
الأسد! وحل الليل. كان كبير الآلهة متعباً وإن كان راضياً، وغلبيه النعاس. وفجأة  
أحس بأحدهم وهو يشد كم عباة: كان هذا هو المصمم المزعج لزوجى البشر وهو  
يعاود هجومه. وأخذ كبير الآلهة يفكر، يالها من فكرة مجنونة، بل وخطرة! ولكن يالها  
أيضاً من لعبة خلافة، ياله من إغراء! ثم إنه وهو نصف نائم وافق على المشروع الملئ  
بما ينذر<sup>(١)</sup>.

حتى نتمكن من تمييز الملامح المشتركة بين شتى أشكال الحياة التى تتباين أقصى  
التباين، سيتطلب الأمر الكثير من الإبداع- بل وقد نقول حتى الكثير من المشاكسة-  
والكثير من المعرفة التى نكتسبها على الرغم من كل الأدلة المحسوسة، وفى مواجهة لكل  
الحدس.

وقد يبدو لأول وهلة أن عفريتاً فناناً قد تصور فردياً كل واحد من الحيوانات  
التي خرجت من فلك نوح فوجد تعبيره الخلاق من خلال تخصيص ملامح  
الكائنات الحية المتنوعة. بل والأغرب من ذلك هو وجود خصائص معينة- مثل أن  
يولد الكائن، وينمو، ويشيخ- والحقيقة أننا لا يمكننا حتى أن نتخيل ما دفع ذلك  
الفنان لأن يجعل هذه الخصائص هى المصير المشترك لكل الكائنات الحية. بل  
وبالذات، ضرورة أن تختفى العشائر شيئاً فشيئاً بأن تموت، وأن تجدد أنفسها  
بأن تنجب.

منذ نشأ علم البيولوجيا عند بداية القرن التاسع عشر، وهو مشغول بالبنية  
والوظيفة. ورغم الضجة التى كان يثيرها من يحتاجون بعدم قابلية الكائنات الحية  
للتقسيم، إلا أن المذهب الاختزالى<sup>(\*)</sup> ظل يحرز نصراً بعد نصر. على أنه كلما زادت  
البيولوجيا عمقاً فى سبر الاختلافات بين الكائنات، زاد اضمحلال هذه الاختلافات،  
الأمر الذى يؤكد وحدة الكائنات الحية.

---

(\*) Reductionism مذهب يعرف الكليات باختزالها إلى حاصل جمع أجزائها، مغفلاً أن تجميع الأجزاء  
يؤدى إلى تغيير كیفى فى الكل يجعله مختلفاً عن مجرد حاصل الجمع. (المترجم)

وقد كشفت دراسات الخلية فى منتصف القرن الماضى عن التوحد البنيوي، بمعنى توحد الذرة المكوّنة للحياة. ثم أتت بعد ذلك نظرية التطور، ومعها وجود أصل مشترك. وبرهن علماء الكيمياء الحيوية قبل الحرب العالمية الثانية على العوامل المشتركة فى البنية والوظيفة التى تكمن فى الأساس من تنوع أشكال الحياة. ثم وفرت البيولوجيا الجزيئية ابتداءً من الستينيات الأدلة على وحدة النظم الوراثة والميكانيزمات الأساسية التى تنظم وظيفة الخلية. وأخيراً، فمع وفود الهندسة الوراثة فى السبعينيات، ثبتت وحدة عالم الأحياء إلى حد لم يسبق تصوره. فقد ثبت فى النهاية أن كل المخلوقات التى تسكن الأرض، أياً كانت بيئة هذه المخلوقات، أو حجمها، أو موارد رزقها- القواقع، أو جراد البحر (الاستاكوزا)، أو الذباب، أو الزراف- كلها مصنوعة من جزيئات متطابقة تقريباً. ونجد بالمثل أنه ابتداءً من الخميرة حتى البشر، توجد مجموعات من جزيئات وثيقة الصلة، تؤدى إلى تأكيد الوظائف العامة للحياة، مثل انقسام الخلية أو إرسال الإرشادات ما بين غشاء الخلية والنواة.

وبهذا تنبثق الآن مفارقة غريبة: كائنات حية من صنوف جد مختلفة تنشأ عن نفس بطارية الجينات ذاتها. وإنما ينتج تنوع أشكال الحياة عن تغيرات صغيرة فى الأجهزة المنظّمة التى تحكم التعبير عن هذه الجينات. وتتحدد بنية الكائن البالغ بنماء الجنين. فإذا حدث أثناء هذا النماء التعبير عن أحد الجينات فى وقت سابق قليلاً أو لاحق قليلاً، أو إذا كان يقوم بوظيفته بغزارة أكثر فى أنسجة تختلف اختلافاً هيناً، فإن الناتج النهائى، أى الحيوان البالغ، سيتغير تغيراً عميقاً. وهذه هى الطريقة التى يحدث بها أنه على الرغم من وجود اختلافات هائلة، إلا أن السمك والثدييات لها تقريباً نفس الجينات، مثلها بالضبط مثل التماسيح والعصافير الدودية. وترجع الإمكانيات الخلاقة للشبكات المنظّمة إلى ما فى طبيعتها من التراكمية (الهيراركية) والتوليف بالتبادل والتوافق. ومن الممكن بالنسبة لأشكال الحيوانات أن ينتج تباين له قدره الملحوظ عند مستويات عديدة وذلك بمجرد سمكة بسيطة لشبكة الجينات المنظّمة العديدة التى تحدد اللحظة التى يتم عندها التعبير عن أحد الجينات أو الآخر. فتشابه الجينات التى تتحكم فى نماء الأجنة إلى كائنات حية تختلف كل الاختلاف هو الذى أدى فى النهاية إلى أن يجعل فى الإمكان تطوير أشكال الحياة المعقدة. ولو كان كل نوع قد تطلب تكوين شبكات منظّمة جديدة حتى تجعله يظهر للوجود، لكان الزمن المطلوب للتطور، كما يحسب على أساس

الباليونتولوجيا(\*)، زمنًا هائلًا جدًا. والسمة التطورية هي التي أتاحَت للعناصر المنظمة أن تتولف في منظومات إنمائية تتنوع تنوعًا كبيرًا.

أصبح واضحًا إذن أن كل أشكال الحياة قد بنيت بنفس الوحدات المستقلة المكملّة، وقد وزعت بطرائق مختلفة. فعالم الحياة هو نوع من منظومة توليف بالتبادل والتوافق تتشكل من عدد محدد من الأجزاء، مثل ما ينتج عن مجموعة «إنشائية» ضخمة، فهو نتيجة لعملية لا تنقطع من السمة التطورية. ولم يحدث هذا التغير الجذري في منظور الميدان البيولوجي إلا في السنوات المديدة الأخيرة.

يصعب على معظم الناس أن يفهموا كيف يمكن أن يستثار اهتمام الباحثين بمسائل يبدو أنها لا تثير الاهتمام مطلقًا. لماذا لا يشغل العلماء أنفسهم بمشاكل مهمة حقًا، مثل طبيعة الحياة والموت، أو نزلات البرد، أو سقوط الشعر؟ على أنه ليس هناك من باحث تمكن قط من أن يصبح مشهورًا باكتشاف لشيء. وبكلمات بيتر مداور(\*) «إذا كانت السياسة هي فن الممكن، فإن البحث العلمي هو و لا ريب فن ما يمكن حله».(٢) والعلماء في الحقيقة يكرسون أنفسهم لما يؤمنون بأنه أهم المشاكل التي تبدو قابلة للمتابعة، أي تلك التي يعتقدون، صوابًا أو خطأ أنهم سيتمكنون من حلها. فلا تقتصر مهمة العلماء على مناقشة المسائل، وإنما مهمتهم أيضًا أن يجدوا حلًا لها. ويبحر العلماء بين قطبين اثنين كما يحدث في الكثير من الأنشطة البشرية الأخرى وفي الحياة نفسها، وهذان القطبان هما المرغوب والممكن. وبدون الممكن يصبح المرغوب أشبه بالحلم. وبدون المرغوب، يكون الممكن مملا. وكثيرا ما يكون من الصعب مقاومة الحلم والطوبوية(\*) على أن التجريب يفيد في احتواء الخيال. ويجب على العلماء في كل خطوة أن يفتحوا أنفسهم للنقد والكشوفات التجريبية حتى يحدوا من تأثير الحلم في التصورات التي ينشئونها عن العالم. والعلم عملية من توفيق مستمر بين ما يمكن أن يكون وما هو كائن.

وينبغي على البيولوجيين، حتى يعالجوا إحدى المشاكل المهمة، حتى تكون لديهم فرصة معقولة لإيجاد حل لها، أن يختاروا كائنًا حيًا مناسبًا، كائنًا يتيح لهم إجراء

---

(\*) الباليونتولوجيا علم دراسة أشكال الحياة في العصور الجيولوجية السابقة كما تمثلها الحفريات.  
(المترجم)

(\*) بيتر مداور عالم بريطاني اشتهر في منتصف القرن وله كتابات مهمة عن المنهج العلمي. (المترجم)

(\*) ما يكون أشبه بالخيال ويعيداً عن الواقع، والطوبيا كلمة يونانية الأصل تعني المدينة الفاضلة.  
(المترجم)



نماذج معينة من التجارب اللازمة للبحث المطروح. عندما أراد توماس هنت مورجان في أوائل القرن أن يحلل التوارث، استخدم ذبابة الفاكهة «الدروزوفيللا»، التي مكنته من أن يحل مسائل عن تمرير الصفات الوراثية. ثم تركز الاهتمام في منتصف القرن على الطبيعة الكيميائية للتوارث، وتحليل الوظائف الأساسية للخلية. فكان على علماء البيولوجيا الجزيئية أن يتحولوا من أجل هذا الغرض إلى البكتريا، التي تناسب هذه الدراسات مناسبة فريدة. ثم أتاحت الهندسة الوراثية بعد ذلك النفاذ إلى المادة الوراثية لأي كائن حي يفترض، وعندها عادت الدروزوفيللا إلى وضعها المفضل. فقد أتاحت لأول مرة فرصة دراسة الأساس الوراثي للنماء الجنيني والوظائف الرئيسية للكائن الحي. وتم بعد ذلك الاكتشاف المذهل لاستمرار بقاء نفس الميكانيزمات المنظّمة عبر كل مدى التطور، بما جعل من الممكن دراسة الثدييات، وهي في هذه الحالة دراسة الفأر. وبالتالي أصبح على البيولوجيين الذين عاشوا خلال هذه الفترة، مثلي أنا، أن يعيدوا توجيه أنفسهم أثناءها مرات عديدة.

أصبح من الواضح في نهاية الستينيات أن مركز الثقل في البيولوجيا قد أخذ يتحول. وعلى الرغم من أنه مازال هناك الكثير لتتعلمه من دراسة البكتريا والفيروسات، إلا أنها كانت تنزلق إلى المرتبة الثانية. وإذا كنا لانريد التوقف فيما حولنا ونحن نردد نفس الأسئلة، فسنحتاج إلى الشجاعة الكافية لأن ننبد خطوط البحث القديمة والنماذج القديمة، وأن نتحول إلى مشاكل جديدة ندرسها باستخدام كائنات حية أكثر ملاءمة.

وكلمة «الشجاعة» هنا ليست شديدة المبالغة. ذلك أن التفاعل يومياً عبر السنين مع أحد الكائنات الحية، مهما كان متدنياً، تترتب عليه ألفة معينة. ويمكننا تقريباً أن نقول أننا نكتسب حينياً معيناً لهذا الكائن. لقد عملتُ لخمس عشرة عاماً مع بكتريا عصوية معينة للقولون، تكوم لدى بعدها مئات من طافراتها. وقد تعدل في كل طافر منها واحدة أو الأخرى من وظائف الخلية، كان الكثير منها مما لاغنى عنه لحياة وتكاثر البكتريا. وإنها لتضحية بالغة منى أن أهجر هذا البحث وكل ما قدمه لي، وأن أتخلي عن هذا النوع من العلاقة الحميمة الذي يتأتى من معرفة خواص دقيقة غير مكتوبة، ذلك الفولكلور الذي يحيط بأي بحث على أي كائن واحد، وأن أبدأ ثانية من الصفر مع كائن حي آخر غير معروف يكون على أن أكتشف خصوصياته ويشبه الأمر نوعاً ما أن يهجر المرء محبوباً. على أن المشروع الجديد كان في نفس الوقت مشروعاً مثيراً. وهو يعنى دخول عالم غير معروف، وبداية حياة جديدة، وأن يصبح المرء شاباً مرة أخرى.

يدور هذا الكتاب حول الجزيئات والتكاثر والسمكرة التطورية. وهو يدور أيضاً حول طرائق عمل علماء البيولوجيا، وكيف يتأملون الجمال والحق، والخير والشر. ألقى في السنوات الأخيرة عدداً من المحاضرات في فرنسا وكذلك أيضاً في الخارج، وقد عرضت لهذه الموضوعات أثناء محاضراتي. وزودتني هذه الخبرات بالمادة التي كانت منبعاً لتأليف هذا الكتاب.



## المراجع

- 1- D.Buzzati, D. "La Creation," in Lek. (Paris; Robert Laffont, 1967)
- 2- P.B. Medawar, The Art of the Soluble (London: Methuen, 1967), p.87.



## أهمية ما لا يمكن التنبؤ به

لم يكن هناك ملك في بلاد الإغريق القديمة يجروء على المغامرة بأدنى مهمة إلا بعد أن يستشير أولاً أحد الكهنة العرافين. ولكن حتى زمن الإغريق، لم يكن لدى الأفراد العاديين الفانين القدرة على التنبؤ بالمستقبل، فهذه قدرة يحتفظ بها الآلهة، بل وآلهة معينين فحسب. ونادراً ما كان يحدث أن تمنح أحد الآلهة القدرة على الكهانة لواحد من الفانين، كشكرٍ له لما قدمه للإله من خدمات. وقد توصل تيريسياس أشهر العرافين إلى موهبته على هذا النحو، واكتسب تيريسياس شهرته بتنبؤه بأقدار المشاهير مثل نرجس وأوديب وهرقل<sup>(\*)</sup>. وكان تيريسياس أعمى. ويقول البعض أن الإلهة أثينا<sup>(\*)</sup> قد أصابته بالعمى لأنه رآها عن غير عمد وهي عارية في حمامها. ولكن أثينا وقد أثر فيها بعدها عويل أم تيريسياس، جذبت الحية إريكثونيوس من مكنها وأمرتها بأن تظهر أذنى تيريسياس بلسانها بحيث يمكنه أن يفهم لغة الطيور المتنبئة.

ويقول آخرون أن تيريسياس تلقى ماله من موهبة التنبؤ من زيوس<sup>(\*)</sup> لأنه حل أحد أصعب المسائل التي تواجه البشر، وهي مسألة من الذى ينال متعة أكبر من ممارسة الحب، الرجال أم النساء؟ كان تيريسياس يمشى يوماً فوق جبل سيلين، ولاقى أثناء مشيه ثعبانين يتجامعان. وانزعج الثعبانان. فهاجماه، وعندها دافع تيريسياس عن نفسه بالعصا التي يمشى بها وقتل الأنثى. فحولته أثينا في التو إلى امرأة وأصبح هو أو هي بغياً مشهورة. تصادف بعد ذلك بسنوات معدودة أن كان تيريسياس في نفس المكان، في نفس الموقف. ومرة أخرى هاجمه ثعبانان. إلا أن تيريسياس قتل الثعبان الذكر هذه المرة بعصا المشي، فاكتسب بعدها ثانياً هيئته كذكر. نشأ بعدها بأيام معدودة نزاع عائلي بين زيوس وهيرا<sup>(\*)</sup> التي كانت توبخ زوجها لخياناته التي لا تحصى. وأخذ زيوس يدافع عن نفسه مردداً أنه أياً كان الحال، فإن هيرا حين تشاركه فراشه فإنها هي التي تنال المتعة الأكبر. ودمدم متذمراً «الجميع يعرفون أن الجنس أمتع كثيراً جداً للنساء عن الرجال» وصاحت هيرا غاضبة، «إطلاقاً لا!، أنت تعلم جيداً جداً أن الأمر بالعكس بالضبط!» وطُلب من تيريسياس أن يحكم في هذا الشجار، وأن

---

(\*) أبطال وملوك في الأساطير الإغريقية. (المترجم)

(\*) إلهة الحكمة والفنون والأشغال النسوية عند الإغريق. (المترجم)

(\*) كبير آلهة الإغريق. (المترجم)

(\*) هيرا إلهة السماء والنساء والزواج عند الإغريق، وهي أخت وزوجة زيوس. (المترجم)

يدلى برأيه فى الموضوع على أساس خبرته الشخصية. فقال «لوجعلنا متعة الجنس من عشر درجات، تحصل النساء عندها على درجة من ثلاثة أمثال الثلاثة، ويحصل الرجال على درجة واحدة لاغير». وإذا استشاطت هيرا غضباً لما أبداه زيوس من ابتسامة منتصرة متكلفة فإنها أصابت تيريسياس بالعمى. وحتى يعوضه زيوس عن ذلك منحه موهبة التنبؤ وحياة تمتد عبر سبعة أجيال.

هكذا وفرت الكهانة والتنبؤ وسيلة اتصال بين البشر والآلهة، وإن ظلت هذه الموهبة دائماً امتيازاً للآلهة. لم تتغير الأمور كثيراً من وقتها. والحقيقة أنه كنتيجة لأخطاء قليلة غير مقصودة، لابد وأن الآلهة ألقت نظرة عن قرب وقررت أن تتوقف مطلقاً فى المستقبل عن تفويض حق التنبؤ لأى أحد. وفى الحقيقة فما من كاهن أو عراف أو وسيط روحانى قد تنبأ بنمو اليابان اقتصادياً، أو بسقوط حائط برلين، أو انهيار الجمهوريات الاشتراكية، أو وباء الإيدز، أو أى من الأحداث المهمة التى وقعت خلال السنوات المعدودة الأخيرة.

ها قد سلمنا بذلك: فنحن لا نستطيع أن نعرف الأمر الذى يشغلنا أكثر من أى شئ آخر فى العالم، أى أن نعرف ماذا سيحدث غداً. إلا أن التطلع أماماً هو واحد من أكثر أنشطتنا شيوعاً وأهمية. ويسميه بول فاليرى (\*) (١) بأنه «صنع المستقبل». ولا يكون الكائن الحى حياً إلا بأن يواصل توقع أن يحيا، حتى ولو للحظة واحدة أخرى. ولا توجد أى حركة واحدة ولا أى إيماء واحدة إلا وتتضمن أن سيحدث لاحقاً بعد ذلك تحول إلى اللحظة التالية. فأن يتنفس الكائن، أو يأكل، أو يمشي، يعنى أنه يتوقع. والرؤية هى التنبؤ. وكل فعل من أفعالنا، وكل فكرة من أفكارنا تدخل بنا إلى ما سيكون. والمستقبل بالنسبة لكل كائن بشرى يندمج مع نفس فعل الحياة.

يعرض خيالنا أمامنا بلا انقطاع صورة تتغير أبداً لما قد يحدث، لما هو ممكن. ونحن نختبر دائماً آمالنا ومخاوفنا إزاء هذه الصورة، ونغير فيما نرغبه أو نكرهه ليلائمهـا. إن حالنا ككائنات حية هو نوع من ماكينة للتنبؤ بالمستقبل- جهاز تنبؤ أوتوماتيكي، ولكن على الرغم من أن التطلع المستمر تجاه المستقبل مبنى فى طبيعتنا، إلا أن النظام قد رتب بطريقة بحيث ينبغى أن تظل تنبؤاتنا غير مؤكدة. ونحن لا يمكننا أن نفكر فى أنفسنا بدون أن نفكر فى اللحظة التالية، على أننا لا

---

(\*) بول فاليرى شاعر فرنسى مشهور، من الرمزيين (١٨٧١-١٩٤٥). (المترجم)

نعرف ما الذى ستجلبه تلك اللحظة. وما نتنبأ به اليوم لن يتحقق، ولا ريب أنه ستحدث تغيرات، ولكن المستقبل سيكون مختلفاً عما تصورناه. لقد نُظِّم كل شئ بحيث لانستطيع أن نعرف المستقبل وإن كان هذا بالضبط هو ما يثير اهتمامنا أقصى الاهتمام، وسنجد أن حاجتنا هذه إلى تصور المستقبل هي واستحالة معرفتنا قد نُسجتا معاً في خامة الحياة نفسها. فهما يشكلان عنصراً أساسياً للحياة و أحد مكوناتها الرئيسية. ويقول رينيه شار<sup>(٢)</sup> «كيف يمكننا أن نحيا بدون مجهول من أمامنا؟»

هناك حدث وحيد يمكننا التنبؤ به بكل اليقين، وهو موتنا. على أنه إذا كانت فكرة الموت مما يمكن تقريباً أن نتحملة، فإن السبب في ذلك هو أن ساعته تبقى مما لا يمكننا مطلقاً أن نتنبأ به، إلا في بعض حالات استثنائية. وتحل هنا عدم القدرة على التنبؤ محل الخلود. كان لجوناثان سويقت<sup>(\*)</sup> وصفته الخاصة لجعل فكرة الموت قابلة لأن نتحملها. يقابل جليفر في رحلته إلى جزيرة لوجناج شعباً مؤدباً كريماً له ملمح مميز، فهناك أقلية صغيرة من السكان تتصف بالخلود، وهم السترولدبروجيون<sup>(\*)</sup>. وليس هذا الخلود ميزة لعائلات معينة، ولكنه نتيجة للحظ. ولعلنا سنظن أن البلد الذى يكون فيه لكل طفل يولد فرصة لأن يعيش أبداً سيكون موضعاً للسعادة، ولكننا سنكون عندها مخطئين، ذلك أن السترولدبروجيين لا يكتسبون مع الخلود حالة من الشباب الدائم وإنما هم يشيخون. وكما حدث بالضبط لحبيب الإلهة أورورا<sup>(\*)</sup>، الذى أضفى عليه زيوس الخلود، ولكنه لم يصف عليه شباباً أبدياً، فإن السترولدبروجيين وهم يشيخون، يصبحون منفريين، لا يمكن تحملهم، وفي حال من التعاسة. وكان سائر الناس، أى الأغلبية العظمى، يكرهونهم ويحتقرونهم. وهكذا فإن الموت بالنسبة للسترولدبروجيين سيعتقهم مما كانوا يرون أنه العذاب الرهيب للخلود.

لماذا تحدث الأمور بطريقة ما وليس على نحو آخر؟ لماذا لا يمكن التنبؤ بها حتى ولو أصبحت فيما بعد قابلة للتفسير؟ يشكل ذلك إحدى الأطروحات التى يطورها تولستوى قرب نهاية روايته «الحرب والسلام». لا توجد عند تولستوى أى علاقة ارتباط بين الأحداث والإرادة البشرية، بين تتابع المعارك فى سياق الحملة الروسية وجهود

(\*) جوناثان سويقت (١٦٦٧-١٧٤٥) كاتب انجليزى مشهور. من أهم أعماله «رحلات جليفر» فى ١٧٢٦. (المترجم)

(\*) السترولدبروجيون كلمة خيالية صكها سويقت كنزوة. (المترجم)

(\*) أورورا إلهة الفجر فى الاساطير الإغريقية. (المترجم)

القائدين العدوين، نابليون وكوتوزوف. وأفضل مثال لهذه الصلة هو معركة بورودينو. لم يكن لدى الفرنسيين ولا الروس أى سبب لبدء هذه المعركة. وكانت النتيجة أن خطا الروس خطوة أقرب تجاه خسارة جيشهم، وهو ما كانوا «هم» يخافونه أكبر الخوف، على أنه لم يكن هناك أدنى شك قبل القتال بزمان فى أن النتيجة ستكون هكذا، ولم يؤد ذلك إلى منع نابليون من طرح المعركة، ولا إلى منع كوتوزوف من تقبلها.

ظل كوتوزوف لزمان طويل يحاول أن يتوقع التصرف الذى قد يقوم به نابليون، وتخيّل أن الجيش الفرنسى سيركز على موقع واحد ينفذ منه خلال الخطوط الروسية، أو أنه سينتشر فى سرايا عديدة تحيط بالقوات الروسية. كان يحزر، ويفكر، ويتخيّل. ولكن ما حدث بالفعل كان بالضبط الأمر الوحيد الذى لم يستطع توقعه: تلك النوبات الجنوبية لحركة جيش نابليون جيئة وذهاباً. ويقول تولستوى «لم يكن أحد ليتنبأ وقتها (وإن كان ذلك يبدو الآن واضحاً جداً) أن هذه هى الطريقة الوحيدة التى يمكن بها لجيش من ثمانمائة ألف رجل- أفضل جيش فى العالم بقيادة أفضل قائد- أن يتحطم فى صراع مع جيش خام يتكون من نصف قوته العددية، ويقوده قواد بلا خبرة، مثل ما كان عليه حال الجيش الروسى». ولم يقتصر الأمر على أن أحداً لم يتنبأ بالنتيجة، ولكن بدا أيضاً أن الروس ينالون متعة شريرة من بذل أقصى الجهد لتخريب أى إجراءات لإنقاذ روسيا، فى حين كان الفرنسيون على الرغم من خبرة نابليون وما يزعم له من عبقرية حربية، مصممين أشد التصميم على الوصول إلى موسكو عند نهاية الصيف، وبكلمات أخرى مصممين على فعل الشئ ذاته الذى سيجلب لهم الدمار.

وبالتالى، يواصل تولستوى القول بأن القواد يؤمنون أثناء الحرب بأنهم يستطيعون التنبؤ، واتخاذ القرار، وإعطاء الأمر، وتحديد سياق الأمور، والحقيقة أن كل شئ يعتمد على تصرف بالمصادفة لأحد المرؤوسين، أو ربما على بعض تحرك تلقائى يؤدى إلى وقوع جيش بأكمله فى فخ أو انهياره على غيرتوقع. ويقول تولستوى عن كوتوزوف، «يكون القائد دائماً وسط سلسلة من أحداث متحولة، حتى أنه لا يستطيع أبداً عند أى نقطة أن يفكر متروياً فى المعنى الكلى لمايجري. فالحديث يتخذ شكله لحظة بلحظة، ربما لا يمكن إدراكه». وبالتالى، فإن أفضل قائد هو من لا يبذل أى اهتمام بدروس الاستراتيجية ويقرأ ليلة المعركة رواية بوليسية.. وأحكم القواد هو من لا يفعل ولكنه يترك الأحداث تقع. يختتم تولستوى متسائلاً، «لماذا إذن تحدث الأمور هكذا ولا تحدث على نحو آخر؟». «لأنها حدثت بالفعل هكذا»



لعل مما يثير الاهتمام أن نلاحظ أنه مع اقتراب هذا القرن من نهايته، ازدهرت شغلة «المستقبل» في المجتمع الغربي؛ وهناك في فرنسا ما يقرب من أربعين ألف عراف ومتكهن ووسيط روحي وغيرهم من المتنبئين بالمستقبل، يجمعون سنوياً مبلغاً من عشرات عديدة من بلايين الفرنكات. ويوجد بين كل عشرة من الفرنسيين فرد واحد تقريباً، بما في ذلك الكثيرون من زعمائنا السياسيين، يبدو أنه يسلك مثل ملوك «الإلياذة» فيستشير الوسيط الروحي المفضل لديه استشارة منتظمة تقريباً، وتذكر الإشاعات أن رئيساً للولايات المتحدة من زمن قريب كان لا يتخذ قراراته إلا بنصيحة من زوجته، التي كانت هي نفسها تستشير أولاً منجمها، كما كان هناك قليلون من الرؤساء الفرنسيين أيضاً يفضلون أن يُبقوا النجوم في صفهم.

ولما كان هناك في نفس الوقت ثقة قوية بين الجماهير في قدرة العلم على التنبؤ، فإن العرافين والوسطاء الروحانيين لا يترددون في وصف تنبؤاتهم بأنها «علمية»، حيث أن في هذا أفضل إغراء للزبائن، هذا ولا يحتكر العرافون والوسطاء الروحانيون هذه الثقة وحدهم؛ ففي كل عام تُنظَّم الندوات عن أطروحات مستقبلية من نوع «ماذا ستكون عليه البيولوجيا بعد عشرين عاماً؟» أو «الطب في القرن الحادي والعشرين» أو «ماذا تكون تأثيرات العلم في المجتمع عند بداية القرن التالي؟» والناس الذين يختارون هذه الموضوعات يستمتعون بشوقهم لركوب بحر المجهول، فهم يودون فتح طرق جديدة، وأن يطرحوا توقعات بلا حدود يحدث أن يتلاءم فيها تلاؤماً جد طبيعي مستقبل هو ومما يمكن متابعته. والحقيقة أن السياسيين وإداريي الشئون العلمية لا يستطيعون تحمل فكرة وجود أبحاث عمياء تتلمس الطريق بدون نتائج مضمونة، وحيث أن من المفروض أنهم يديرون الأبحاث، فإن واجبهم في أقل القليل هو أن يوجهوها إلى بعض وجهة، وهم يتوقون إلى الإسهام في هذه المغامرة البشرية الكبرى. وبالنسبة لهم، يكون وضع الخطط، ورسم الاتجاه، والحديث عن المستقبل كلها مساوية للسيطرة على هذا المستقبل.

إلا أن العلم أيضاً غير قابل للتنبؤ، والبحث العلمي عملية بلا نهاية، ولا يمكننا أبداً أن نعرف كيف سيتطور. إن عدم القابلية للتنبؤ جزء من صميم المشروع العلمي، وإذا كان ما ستنتجه جديداً حقاً، فسيكون إذن حسب تعريفه شيئاً لا يمكن أن نعرفه مقدماً، ولا توجد طريقة لأن نعرف إلى أي شيء سوف يقودنا مجال معين من الأبحاث، وهذا هو السبب في أننا لا نستطيع أن نختار جوانب معينة من العلم وننبذ جوانب أخرى. وكما يوضح لويس توماس<sup>(٥)</sup> إما أن يكون لديك علم أولاً يكون، وإذا كان لديك علم، فإنك لا تستطيع أن تأخذ منه ماتحبه فقط، فعليك أيضاً أن تتقبل منه تلك الجوانب المدهشة والمزعجة.

وإذن، لا فائدة من أن نأمل في التنبؤ بالاتجاه الذي سيتخذه العلم، ويمكننا عند أى لحظة أن نتخيل، حسب مانعرفه، ماذا سيحدث مثلاً فى خمس سنوات، ولكن هذا هو أقل جوانب البحث إثارة للاهتمام، الجانب الرتيب، الروتين. أما الجانب الذى يثير الاهتمام حقاً فهو ما لانستطيع التنبؤ به، إنه ما ينجزه شخص لم يسمع به أحد قط، يعمل فى قبو أو غرفة سطح، عندما يُثبت شيئاً فجأة أو يعالج أمراً ذات يوم من زاوية جديدة، ملقياً بذلك ضوءاً جديداً على الكون أو على جزء دقيق الصغر من الكون. بل ويمكننا القول بأنه حتى فى الأبحاث الأساسية، إذا لم يكن هناك منذ البداية جرعة لها قدرها من عدم اليقين تصاحب نتائج التجربة، فلن تكون هناك أى فرصة تقريباً لأن يكون البحث موضع الدراسة بحثاً مهماً. ونحن نبدأ فى غالب الأمر بمعطيات تكون على نحو ما غامضة أو منقوصة، وتكون المشكلة هى أن نعثر على ما يوجد من علاقات بين ما يبدو أنه شظايا مستقلة من المعلومات، ويتم إنشاء البروتوكولات التجريبية على نحو مؤقت، وقد تأسست على احتمالات. وإذا انتهت التجربة إلى ما هو متوقع فإنها أحياناً تكون مما يثير الاهتمام، ولكن النتيجة بصفة عامة تكون لها قيمة أكبر كثيراً إذا كانت نتيجة مفاجئة، والحقيقة أننا نستطيع تقريباً أن نقيس أهمية إحدى الدراسات العلمية حسب شدة مآثره من مفاجأة.

ويبرز لنا بوضوح هذا الوجه من عدم القابلية للتنبؤ خلال كل تاريخ العلم. من كان يخطر له فى ١٨٥٠، قبل باستير وكوخ<sup>(\*)</sup>، أن سيثبت فى النهاية أن الأمراض المعدية ناتجة عن غزو جراثيم معينة؟ أو من كان يخطر له فى ١٩٥٠، قبل بحث واطسن وكريك<sup>(\*)</sup> أنه سيمكن فهم كيمياء التوارث قبل كيمياء النسيج العضلى؟ وتظل عدم القابلية للتنبؤ هذه صحيحة، ليس فحسب بالنسبة للأبحاث الأساسية وإنما أيضاً بالنسبة لتطبيقاتها. ولو أن الناس أرادوا أثناء العصر الحجري تطوير أدوات للتقطيع والفصل لشرائح، لكانوا قد أنتجوا معاول حجرية بأشكال مختلفة وبأسعار مختلفة، ولكنهم ما كانوا قط ليكتشفوا البرونز. أو لو أن الناس أرادوا فى نهاية القرن التاسع عشر تحسين طرائق تحديد موضع شظايا المقذوفات التى تتخلف فى الجروح، لكانوا أنتجوا كل أنواع المجسات بكل الأحجام، وقد صنعت من شتى المواد ولكنهم ما كانوا قط ليستطيعوا التنبؤ بوجود أشعة إكس واستخدامها.

(\*) باستير عالم فرنسى وكوخ عالم ألمانى كلاهما رائدان لعلم البكتريولوجى فى أواخر القرن التاسع عشر وأوائل العشرين. (المترجم)

(\*) واطسن عالم أمريكى وكريك عالم انجليزى كان لهما معا دور كبير فى الكشف عن تركيب حامض (دنا) المكوّن الرئيسى للجينات او المورثات. (المترجم).



وكما ذكرت فيما سبق، هناك فئة من الناس أبعد من أن يستطيعوا تحمل ما تتصف به الأبحاث من عدم القابلية للتنبؤ، وهم بالتحديد السياسيون ومديرو شئون العلم، الذين يحذرون المشاريع التي ينقصها هدف محدد. فهم يفضلون البرامج الضخمة التي يكون لها غرض راسخ جداً، أو «ذات الاستهداف» كما نقول الآن: كما في مشروع الطاقم الوراثي (الجينوم) البشري<sup>(\*)</sup>، والسرطان، والإيدز، وما إلى ذلك، أي كل الجهود التي يعتبر الإداريون أنهم يستطيعون إرساء خطط وجدول زمني لها. إلا أن خطط كهذه لا يمكن أن تنجح إلا إذا تأسست على أبحاث ظلت تجرى لزمن من قبل، في فروع علوم راسخة تماماً ستستمر قدماً في عملها، مستخدمة ما ثبت صحته من أفكار وطرائق وتقنيات. على أن الأبحاث التي تجرى في مجالات مجهولة بالمرّة- أي في العلوم البازغة، وهي تجرى في تردد وتعثر، حيث المشاكل ما زالت غير محددة والمعطيات غامضة- هذه الأبحاث لا تكون لها أية علاقة بالخطط التي توضع بعناية فلا توجد إلا أدنى فرصة لإيجاد حلول للمسائل التي لها نصف صياغة، ويكون لهذا النوع من الأبحاث جانبه الجامح الهائج شبه المتوحش الذي يصعب فهمه على الجمهور. كيف يمكننا إنشاء خطط طويلة المدى في ظروف مضطربة هكذا؟ وكيف يمكننا تقييم مراحل لما هو ناشئ ولا يمكن بالمرّة التنبؤ بنتائجه؟

أما الإجراء الذي يستطيع السياسيون القيام به، ويجب أن يقوموا به، فهو أن يحددوا ما تكونه أهمية العلم للبلد وأن يعينوا مقدار ما تسهم به الميزانية ليخصص للعلم. كما أن الإجراء الذي يستطيع الإداريون القيام به، ويجب أن يقوموا به، فهو أن يحددوا الأهمية النسبية لفروع العلم المختلفة، ويوزعوا ميزانية «الأبحاث» فيما بينها. وقد مثل الجنرال ديغول هذين الوظيفتين أحسن تمثيل عندما عاد إلى الحياة العامة في ١٩٥٨. وإذ أدرك أهمية الأبحاث العلمية لفرنسا، فإنه شكل أولاً مفوضية الأبحاث العلمية والتكنولوجية ومولها تمويلاً قوياً على المدى الطويل، ثم أبدى ديغول بعد نظر لا مثيل له كما يروى ريموند لا تاجيت<sup>(٦)</sup> في الحكاية التالية، فقد عين ديغول لجنة من اثني عشر رجلاً من «الحكماء» يمثل كل منهم أحد فروع العلم، لتكون اللجنة هيئة استشارية له، وبعد مرور عام قرر أن يختار مجالات عديدة للبحث تنال تمويلاً خاصاً بسبب أهميتها الشديدة، فجمع الحكماء الاثنى عشر لمساعدته في اتخاذ القرار، وجمعهم حول مائدة مستديرة وأعطى لكل منهم خمس دقائق يطرح فيها مجالاً

(\*) مشروع ضخمة لمعرفة تركيب وخريطة كل الجينات البشرية يستغرق ١٠ سنوات تقريباً ويكلف ما قد يصل إلى ٢ - ٤ بليون دولار. (المترجم)

للبحث يبدو أنه يستحق الدعم بوجه خاص، وفعلوا كما طلب منهم، واقتراح لاتراجيت «البيولوجيا الجزيئية»، وحل الصمت بعد مرور ساعة، وتكلم ديجول، «لعلكم تظنون أن جنراً لا مثلى سيقدر بالذات المشاريع المثيرة التى يفهم توصيفاتها، والتى يكون له مشاركة فى منظورها، والتى يسهل عليه توقع تطوراتها ونتائجها وردود فعلها. وهناك أمثلة لذلك مما سمعته فى التو، كمصادر الطاقة المتجددة، وغزو الفضاء، واستكشاف المحيطات ولكنى فى أعماق نفسى أتساءل عن تلك البيولوجيا الجزيئية الغامضة، التى لا أعرف عنها شيئاً والتى لاريب أنى لن افهم قط شيئاً منها، ألا تكون هى أكثر تطور واعد-على المدى المتوسط- فهى وإن كانت غير قابلة للتنبؤ، فيها ثراء، وقادرة على فعل الشئ الكثير حتى يتقدم فهمنا لظواهر الحياة الأساسية وأوجه الخلل فيها. لعلها ستكون الأساس لطب جديد لا يمكننا حتى أن نتخيله الآن. بل ولعلها حتى تكون طب القرن الحادى والعشرين.» هكذا كانت البيولوجيا الجزيئية الخيار الأول للجنة- يالها من رؤية مذهلة للمستقبل! مذهلة مثل رؤية ديجول فى ١٩٤٠ بالنسبة لتطور الحرب ونتيجتها! (\*)

وبالتالى فإن من الممكن للسياسى الخارق للمعتاد أن يميز أهمية فرع علمى جديد وأن يوفر له وسائل تنميته. ولكن نفس ميلاد البيولوجيا الجزيئية فيه ما يوضح جيداً استحالة تنظيم بحث فى مجال جديد، أو «تخطيطه» كما نقول. تهدف البيولوجيا الجزيئية إلى تفسير الخواص المدهشة للكائنات الحية- نفس الخواص التى كان يبدو منذ زمن غير بعيد أنها تتطلب تدخل «قوة حيوية»- تلك الخواص الناتجة عن بنية وتفاعلات الجزيئات التى تصنع الكائنات الحية. تولد هذا الفرع من البيولوجيا عن قرارات فردية اتخذها عدد صغير من العلماء بين نهاية الثلاثينيات وبداية الخمسينيات، وينتمى هؤلاء العلماء لخلفيات تتباين كثيراً- كالبيولوجيا، والفيزياء، والطب، والميكروبيولوجيا (\*) والكيمياء وعلم البلورات، وما إلى ذلك. وإذ تبين هؤلاء العلماء أن الأسئلة التى تثيرها الوراثة هى فى الصميم من دراسة عالم الأحياء، فقد ابتكروا بيولوجيا جديدة. ولم يدفعهم أحد فى هذا الاتجاه، ولم يوجههم أى إدارى أو أى هيئة تمويل، أو أى مستشار علمى قومى، إلى هذا المسار. والآخرى أن فضولهم كأفراد- أى رغبتهم فى إيجاد طرائق جديدة للنظر فى المشاكل القديمة- هو ما قاد هؤلاء الأفراد المعدودين من الرجال والنساء إلى حل مسألة التوارث. ويوفر تاريخ البيولوجيا

---

(\*) عارض ديجول فى يونيو ١٩٤٠ الهدنة الألمانية الفرنسية، وفر إلى لندن حيث نظم قوات فرنسا الحرة.

(\*) الميكروبيولوجيا علم بيولوجيا الكائنات الدقيقة كالبكتريا والفيروسات. (المترجم)

الجزئية نموذجاً لفهم الطريقة التي يتشكل بها البحث الأصيل، بصرف النظر عن التطبيقات المحتملة. فلم تأت هذه إلا لاحقاً، عندما أصبح تناول جينات الكائنات الحية ممكناً أى تلك التكنيكات التي نسميها الآن الهندسة الوراثية.

ومرة أخرى نجد هنا أن الظروف الضرورية لتولّد الهندسة الوراثية قد نشأت على نحو يكاد يكون ممكناً لا يمكن مطلقاً التنبؤ به. أثناء الخمسينيات، لاحظ الباحثون الذين يدرسون فيروسات البكتيريوفاج، أى الفيروسات التي تهاجم البكتيريا، لاحظوا ظاهرة غريبة، كان هناك فيروس معين له القدرة على الإكثار من نفسه فى سلالتين من البكتيريا (أ) و (ب) وذلك عندما يهيا الفيروس أولاً بالسلالة (أ). أما عندما يهيا الفيروس بالسلالة (ب) فإنه يستطيع التكاثر فى السلالة (ب)، وإن كان لا يستطيع بعد التكاثر فى السلالة (أ). على أنه بعد أن رُصدت هذه الظاهرة الغريبة، سرعان ما فقد الكثير من الباحثين الاهتمام بها، وذلك فيما عدا عالمان بيولوجيان سويسريان هما جين ويجليه ورنر آربر. مات ويجليه سريعاً بعد أن بدأ بحثه على هذه المشكلة، وتابع آربر بحثه فى مناخ يكاد يكون فيه لا مبالاة مطلقة، خاصة لامبالاة اللجان والمنظمات التي أُلقيت على عاتقها مهمة تخصيص الأموال للأبحاث. إلا أن آربر واصل بحثه بعناد، وأمكنه خلال سنوات معدودة أن يبين أن هذه الظاهرة ترجع إلى وجود إنزيمات فى سلالات بكتيرية معينة وظيفتها أن تشق (دنا) (\*) الغريب لتمنعه من غزو البكتيريا وغرس جذوره فيها. وهذه الإنزيمات تخصصيه أبلغ التخصص. فكل إنزيم منها يتعرف على تتابع قصير معين من (دنا)، ويشكل كل إنزيم مقصاً وراثياً حقيقياً يمكن استخدامه لقص (دنا) إلى شرف محددة بدقة لدراستها دراسة تفصيلية. من كان يظن أن دراسة هذه الظاهرة التي اكتشفها ويجليه وآربر سوف تؤدي إلى النشأة المفاجئة للهندسة الوراثية؟

أحياناً يحدث أن التنبؤات التي تُعطى عند لحظات معينة لا تلبث أن تنقلب بالكامل بواسطة تطورات جديدة فى البحث. وكمثل ذلك هناك فكرة الاستنساخ المزعوم للبشر. عندما يكون حديثنا عن الكائنات الدقيقة فإن مصطلح «النساخت» يدل على كل الأفراد المتطابقة وراثياً الناتجة عن انقسام خلية واحدة، أى نتيجة لتكاثر لاجنسى. أما بالنسبة للكائنات المعقدة التي تتكاثر جنسياً، فقد ظل العلماء يتساءلون زمناً طويلاً عن الأدوار الخاصة لكل من النواة والسييتوبلازم فى تمايز الخلية. وتساءلوا بوجه خاص عما إذا كانت النواة، التي لها القدرة فى البويضة على إنشاء كل أنواع

---

(\*) (دنا) الحامض النووى دى أوكسى ريبو نيوكليك، وهو المكون الأساسى للجينات أو المورثات فى معظم الكائنات الحية. (المترجم)

الأنسجة، لا تلبث أن تفقد بعض هذه القدرة بعد التمايز. حتى يجيب العلماء عن هذا السؤال أجروا تجارباً في «زراعة النواة»، بأن يضعوا مكان نواة خلية البويضات نواة خلية متميزة- أى خلية أمعاء أو كلية، وما إلى ذلك - وبين البحث على الضفادع أن عمليات الزرع هذه يمكن، في بعض الحالات، أن تؤدي إلى نشأة أبو زنيمة، بل وحتى نشأة ضفادع بالغة. وأدى هذا الكشف إلى ظهور فكرة بأننا لو بدأنا من خلايا تؤخذ من بروجيت باردو(\*) أو الجنرال ديغول، سنتمكن من صنع أى عدد نشأ من نساخ لبريجيت باردو أو الجنرال ديغول. وظهرت منذ خمس عشرة سنة فورة من المقالات تصف المزايا، أو تصف في الأغلب النتائج الكارثية، لهذا النوع من الاستنساخ. وبكلمات أخرى، فإن أفراداً كثيرين لم يترددوا في أن يمطوا إلى البشر نتائج لم يتمكنوا إلا بكل مشقة من التوصل إليها مع الضفادع. على أن ما بذل من جهود في الخمس عشرة سنة الأخيرة قد بين أن هذا النوع من التجارب لا ينجح دائماً، وأنه لا يمكن تطبيقه على كل الكائنات الحية، وهو صعب بالذات عندما يصل الأمر إلى الثدييات. حاول باحثون كثيرون ذلك مع الفئران، وحتى الآن لم يتمكن أحد من استنساخ فأر بنجاح. وما إن تنقسم بويضة الفأر المخصبة مرتين ليصبح الجنين مكوناً من أربع خلايا، حتى تصبح نوى هذه الخلايا غير قادرة على تأكيد تنامي جنين كامل، ومن باب أولى، فإن نوى الخلايا البالغة تكون حتى أقل قدرة على فعل ذلك. ومن الناحية الأخرى، فقد أعلن باحثون اسكتلنديون مؤخراً ولادة حمل بإدخال نواة خلية ثديية من نعجة في بويضة نعجة أزيلت نواتها. ونحن لانفهم بعد السبب في أن يحدث حالياً أننا نستطيع بتناول خلية غنم مالا نستطيعه بفأر. ويستحيل أن نقول ما إذا كنا سنتمكن قط من إنتاج نساخ لألبرت اينشتين أو أفاجاردنر حسب الطلب. ويستطيع الناس أن يواصلوا الاستغراق في تخيلاتهم الخاصة عن هذا الموضوع.

إذا كان من الصعب التنبؤ بالمستقبل، فإنه يماثل ذلك أحياناً في صعوبته أن نعيد تركيب الماضي، فالفكر العلمي يؤدي معاً إلى تنقيح وتعقيد الإجابة عن سؤالنا القديم، من أين أتينا؟ والكون كله وما يحويه من أشياء، حية كانت أم ميتة، تشبه أن تكون كلها منتجات لعملية تطورية يلعب فيها نوعان من العوامل دورهما: فمن ناحية هناك القيود التي تحدد قواعد اللعبة وتعين حدود الممكن، ومن الناحية الأخرى هناك الظروف التي

---

(\*) ممثلة فرنسية اشتهرت بأنوار الإغراء وتحولت بعد كبر سنّها إلى الدعوة لحماية الحيوان من الإنسان.  
(المترجم)



توجه السياق الفعلى للأحداث، تاريخ اللعبة كما لعبت فعلاً. ويمكن عادة صياغة معادلات للقيود، ويمكن التنبؤ بكل شيء يعتمد عليها تنبؤاً بدرجة كبيرة من الاحتمال، ومن الناحية الأخرى يمكن التعرف على دور التاريخ وأن يفسر أحياناً، على أن من الواضح أنه لا يمكن التنبؤ بسلسلة الأحداث التي ستصنع التاريخ غداً، فهذا الملمح للقوى التي تشكل عالمنا ملمح فيه مصادفة بالكامل.

تتباين الأدوار النسبية للقيود والتاريخ حسب المجالات المختلفة. وقد غاب التاريخ طويلاً عن عالم الفيزياء مثلاً. ولم تتضمن أى من معادلات الفيزياء الكلاسيكية معلماً للزمن. والزمن فى كون ثابت هكذا، حيث لا يمكن تمييز الماضى عن المستقبل، يكون زمناً قابلاً للعكس، ولم يصبح للزمان دور فى الفيزياء إلا مع بداية هذا القرن، وهكذا حدث فى علم الكون الجديد أن الكون والمجرات والنجوم والعناصر والجسيمات، كلها قد اكتسبت تاريخاً.

ولا يستطيع إلا قلة من كتاب الروايات أن يضاهوا خيال الفيزيائيين عندما يتحدثون عن تاريخ الكون، وقد توصل الفيزيائيون من خلال حساباتهم إلى حقيقة يتعارض برهانها الرياضى مع المعطيات التي تبديها بدهاة الحس. وهم يعتقدون أن مولد الكون، الذى حدث منذ اثنى عشر إلى خمسة عشر بليون عام، قد نتج عن تراوحت فى الطاقة فى خواء البداية، مما خلق نوعاً جديداً من الخواء، تنقصه المادة ولكنه ملئ بالطاقة. وهذا الموقف يؤدي إلى تمدد مفاجئ، انفجار، أو بكلمات أخرى الانفجار الكبير. وهذه التراوحت لا بد وأنها كانت نادرة جداً، على أنه ليس من المستبعد التفكير فى أن أحداثاً مشابهة قد حدثت فى مناطق أخرى من الفضاء، فى أزمنة أخرى، بما يؤدي إلى خلق أكوان أخرى وحسب هذه النظريات، فإن كوننا لن يكون بالضرورة الكون الوحيد، فهو ليس بالمركز ولا بالمسرح لكل شيء يحدث فى العالم، وبدايته ربما لم تكن البداية لكل شيء.

والحكاية كما يرويها الفيزيائيون، أنه حدث عند زمن من جزء من ألف بليون من الثانية بعد الانفجار الكبير، عندما «انخفضت» حرارة الكون إلى مليون بليون درجة، أن أخذت تتخلق وتبيد سريعاً جسيمات مضادة. ثم حدث مع تمدد الكون وزيادة برودته أن أخذت سرعة الإبادة تفوق سرعة التخلق، واختفت تقريباً كل الجسيمات. ولولا أن الالكترونات كان عددها أكثر هونا عن مضادات الالكترونات، والكواركات عن مضاداتها، لكانت الجسيمات العادية غائبة عن الكون، أى تلك الجسيمات، التي تشكل صميم أساس المادة. وهذا القدر الهين من زيادة المادة عن مضاد المادة - وهي زيادة

تقدر بجزء واحد من عشرة بلايين- هو الذى ظل باقياً ليشكل بعدها بثلاث دقائق نوى الذرات الخفيفة، ثم تشكلت الذرات بعد مليون سنة، وتشكلت فى زمن متأخر عن ذلك كثيراً العناصر الثقيلة فى النجوم، ثم أخيراً الخامات التى نشأ منها عالم الأحياء. وما كان كوننا ليوجد، أو أنه على الأقل ما كان ليوجد فى الشكل الذى نعرفه، لولا وجود تلك الزيادة فى كمية بعض الجسيمات عن الجسيمات الأخرى بقدر من جزء من عشرة بلايين.

أما الأرض، فمن المعتقد أن تركيبها نتاج جانبى لتكوّن الطاقة فى النجوم وتتالى موجات ولادة واختفاء النجوم فى مجرتنا. ويقدر الآن أنه منذ أربعة ونصف بليون عام تشكلت الأرض بالتضاييف: فتكيب الغبار الكونى إلى حبيبات، والحبيبات إلى حصى يصبح قطع حجارة صغيرة، ثم صخوراً، ثم كواكب صغيرة. وأخيراً يصبح الغبار فى حجم القمر، ثم الأرض. إنه سيناريو مدهل، فقد تشكلت هذه الأرض التى تتحرك عليها، والتى تحمل المحيطات والقارات والجبال، والتى يسكنها حشود وحشود من الكائنات الحية- تشكلت هذه الأرض بعملية تكيب متزايد لغبار من السماوات. وماذا عن الظروف الضرورية للحياة التى لا توجد فوق الكواكب الأخرى، مثل المريخ والزهرة- ماذا عن الماء، والبعد عن الشمس بالمسافة المناسبة التى تمنع الأشياء من أن تسخن أو تبرد أكثر مما ينبغى، وهلم جرا؟ كم من آلاف الأحداث، التى تقع مستقلة تماماً، وربما ما كان لأى واحد منها أن يقع، كم منها كان لابد أن يحدث فى ترتيب معين حتى يتخلق الكون، ومجرتنا، ومنظومتنا الشمسية، والأرض؟ يستطيع العلم، بالنسبة لهذا التاريخ كله، أن يفسر كيف وقع هذا الحدث أو ذاك بعد وقوعه. ولكنه لا يستطيع قط أن يتنبأ به.

وعندما يحاول البيولوجيون تفسير أصل الحياة، فإن عليهم بدورهم أن يستدعوا كل مصادر قدرتهم على التخيل. ومن الواضح أن دور التاريخ له أهميته القصوى بالنسبة لعالم الأحياء وتطوره. يبدو أن الحياة قد ظهرت ظهوراً سريعاً إلى حد ما، لعله كان عند زمن أقل من بليون سنة بعد تكوين الأرض، وذلك فى شكل شئ يمكن أن نطلق عليه «البكتريا البدائية» والحياة تعنى التكاثر، ولكن جهاز التكاثر الذى نلاحظه الآن فى أبسط الكائنات، أو أحط خلية بكتريا، فيه بالفعل معالم تعقد هائل.

فمضاعفة حامض «دنا» وحدها تتطلب أن يحمل فى سبيلها عدد هائل من البروتينات، التى يتطلب تكوين أى واحد منها جزيئات كبيرة تفوقها حتى بما له قدرة فى عددها وتنوعها. ولا يمكن التفكير فى أن منظومة كهذه يمكن أن تنبثق من رأس



زيوس وهى مكتملة التشكيل، وبالتالي فإن من الضرورة تصور سيناريوهات تكون تقريباً أكثر معقولة، ويمكن أن تفسر التكون التدريجى للتركيب. وقد أصبح أحد السيناريوهات شائعاً عبر السنوات العديدة الأخيرة، وحسب هذا السيناريو فإن عالم الأحياء الذى نعرف الآن أنه تحت سيطرة حمض دنا، كان يسبقه عالم يقوم فيه حمض رنا (\*) RNA بوظيفة الحافز فى نفس الوقت مع وظيفة النسخ. ومن البديهي أن انبثاق عالم دنا يتضمن عدداً مثيراً من الأطوار، كل منها قليل الاحتمال قلة أكثر من الطور السابق، وفوق ذلك فإن معظم الفروض التى تتطلبها هذه السيناريوهات لا تنصاع لإعادة التركيب ولا إلى التحقق منها تجريبياً. وبكلمات أخرى، فعلى الرغم من أنه يبدو من الواضح أن البشر والحيوانات والنباتات والفطريات والميكروبات- أو باختصار نحن الكائنات الحية- كلنا ننحدر كسلالة من خلية بكتيريا بدائية، إلا أننا لم نقرب حتى من معرفة الوجه الحقيقى لسلفنا المشترك.

وكما غيرت نظرية التطور من فكرة الحياة على الأرض، سنجد بما يماثل ذلك أن النظرية الحديثة لنشأة الكون قد أخلت مكان فكرة الكون الذى لا يتغير والزمان القابل للعكس، فكرة أن الكون فى تدفق أبدي قد سلّم أمره للتاريخ. والكون مثل الحياة له بداية، وهو يتطور مثل الحياة. إلا أن حواسنا وأمخاخنا لم تُنتخب من أجل إدراك خواص الإلكترونات أو المسافات التى تفصل المجرات أو الزمان الكونى، وإنما انتُخبت للتعامل مع العالم الموجود من حولنا- من أشياء ومكان وزمان- بالمقياس البشرى. وحتى نتخيل ماذا حدث من قبل وماذا سيحدث من بعد، سيكون من اللازم أن نتحايل على أنفسنا، وليس من المؤكد أننا سنتمكن قط من إعادة تركيب ما حدث فى الحقيقة. وكما بيّن كلود ليفى شتراوس<sup>(٧)</sup> باقتناع واضح، فإن سرد الأحداث الذى يلجأ إليه العلم فى النهاية هو أمر بعيد عن الحس المشترك بمثل ما يبعد به إنتاج الفكر الأسطوري. ونحن عندما نفكر فى أصل الحكاية يكون علينا أن نتقبل أنه قد وقعت عبر زمن ظل يسرى لما يقرب من ثمانمائة أو تسعمائة مليون سنة، آلاف من الأحداث، كل منها قليل الاحتمال إلى حد كبير، وظل الواحد منها يتبع الآخر حتى يتاح تحول الأرض التى لا حياة فيها إلى حياة فى عالم من رنا، ثم إلى حياة فى عالم من دنا. ومن الواضح أن تاريخاً كهذا قد يبدو لغير المطلعين على الموضوع أمراً غير مفهوم، مثلما

---

(\*) حمض رنا RNA، حامض نووى آخر هو ريبونيكليك، وهو موجود حالياً فى نواة الخلية والسيتوبلازم وينقل أوامر أو رسائل دنا من النواة إلى الخلية حيث يعمل فى الخلية كقالب لتكوين الأحماض الأمينية التى تكون البروتين. (المترجم)

تبدو حكايات التكوين فى ثيوجونيا(\*) هسيود(\*) أو فى أسفار اليوبانيشاد(\*) أو العهد القديم، بل إن الحقيقة أن الحكايات الأسطورية تبدو أقرب إلى الحس المشترك عن خطاب علماء الكيمياء الحيوية أو البيولوجيا الجزيئية.

عندما واجه علماء البيولوجيا الجزيئية هذه المشكلة الصعبة التى يُرجح أنهم لن يحلوها لزمّن طويل، مالبثوا أن لجأوا إلى ثلاثة حلول محتملة. يرى بعض البيولوجيين، بما فيهم البعض من أبرزهم، أن ظهور الحياة على الأرض أمر قليل الاحتمال إلى حد بالغ، حتى أنهم يفضلون وهم نصف مازحين ونصف جادين، الالتجاء إلى نوع من جراثيم كونية للحياة؛ فقد وصلت بذور الحياة إلى الأرض فوق سفينة فضاء أرسلتها من كوكب بعيد حضارة أكثر تطوراً عن حضارتنا! وهذا بالطبع لا يقلل حجم المشكلة إلا بقدر ضئيل، وهذا الحل هو الأقل شيوعاً.

ويرى آخرون أن ظهور الحياة على الأرض أمر قليل الاحتمال إلى حد بالغ، بحيث يكاد يكون مؤكداً أنه لم يحدث سوى مرة واحدة. فهو ناتج عن سلسلة أحداث قليلة الاحتمال- أى منها كان يمكن ألا يقع- حتى أنه كان من الممكن جداً ألا توجد قط حياة على الأرض. وينحو أيضاً هؤلاء العلماء أنفسهم إلى الاعتقاد بأن من المحتمل جداً أنه لا توجد فى الكون أى حياة واعية أخرى.

وهناك مجموعة ثالثة من العلماء لها موقف مختلف بالكلية. ذلك أنه بالنسبة لهم، تنجم الأطوار التى يتضمنها وفود عالم رنا والمرور إلى عالم دنا كنتيجة لتفاعلات كيميائية عادية لا يسعها إلا أن تحدث إذا توفرت لها الفرصة الكافية، أى الوقت الكافي. ويحاج هؤلاء العلماء بأنه من المستحيل «ألا» تتشكل الحياة على الأرض. وإلى جانب ذلك فإنهم فى استجابة لحجة علماء الفيزياء الفلكية من أن الكون يحوى كواكب عديدة فيها ظروف من الظاهر أنها مشابهة لظروف الأرض، يدعمون الرأى بأن هناك ولا بد أماكن كثيرة فى الكون تقوم عليها حياة، بل ولعلها حتى حياة واعية.

الاختيار بين الخيارين الأخيرين، على أساس معارفنا الحالية، هو فوق كل شئ مسألة تنوق؛ فيفضل البعض تعهد فكرة أن الحياة تقتصر على الأرض، وبالتالي فإن قدرة الوعى البشرى على تأمل الكون وما فيه لهى قدرة فريدة. وعلى العكس من ذلك، يفضل آخرون الاعتقاد بأن الحياة شئ عادي، وأنها إذا وجدت على كواكب أخرى، فإن

(\*) ثيوجونيا Theogony مبحث أصل الآلهة وتحدرهم. (المترجم)

(\*) هسيود شاعر إغريقى فى القرن الثامن قبل الميلاد. (المترجم)

(\*) اليوبانيشاد أى سفر من الكتب المقدسة السنسكريتية الهندية القديمة. (المترجم)

سماتها لا يمكن فيما يحتمل أن تختلف كثيراً عما نلاحظه على الأرض. وبالإضافة، فإن هذه المجموعة الأخيرة إذ اقتنعت بأن الحياة ما إن تبدأ لابد لها بالضرورة أن تؤدي إلى الوعي، فإن أفرادها يبذلون الجهد للعثور على وسائل للاتصال بالحضارات الأخرى، التي لابد، حسب ما يرونه، أنها تشغل بكل تأكيد مناطق أخرى من الكون.

على أنه لم يتمكن أحد حتى الآن من الكشف عن أى أثر لإشارة تطرح وجود حياة وتأتينا من مجرتنا أو من غيرها. وقد لفت الانتباه مؤخراً لنيزك «ربما» يكون قد أتى من المريخ «وربما» يحوى بنية تحمل بعض مشابهة لأقدم البنى الحية التي وجدت على الأرض. على أن ما يطرح من حجج هنا أبعد من أن يكون مقنعاً، ويبدو أن هذه القصة لها علاقة بالدعاية عن رحلات ناسا الفضائية إلى المريخ أكثر من أى علاقة بالحقيقة، ويتضح لنا من كل شيء عرفناه حتى عند أكثر الكائنات تبايناً على الأرض، أنها كلها، بكل الاحتمالات، قد انحدرت من نفس السلف الواحد. وبالتالي، فإنه يبدو حقيقياً بالفعل أن الوضع هو أن الحياة قد ظهرت مرة واحدة ومرة واحدة فقط على الأرض، وأنها قد نتجت عن سلسلة من الأحداث، كل منها قليل الاحتمال إلى حد بالغ، وأنه لو كان من هذه الأحداث لم يقع، لما وجدت الحياة كما نعرفها.

على حتى أصل إلى معهد باستير صباحاً، أن أمشى خلال حدائق لوكسمبرج، وفي كل سنة عندما أدخل هذه الحدائق في يوم من أيام الربيع، أحس بنفس الصدمة ونفس الدهول، وتتأبني الدهشة مرة أخرى في كل سنة لمراى البراعم وهى تتفجر أخذة في التفتح، ونسيج المخرمات الأخضر للأوراق الطازجة التى تتدلى من الفصون وترتفع في النسيم وكأنها تخشى ألا تقدر على مواجهته. على أن ما يذهل هو أنها تقدر على مواجهته بالفعل، ومرة أخرى تكون المنظومة ناجحة في مهمتها، ومرة أخرى يزداد النهار طولاً، ويعود النور والدفء. وتتشكل الأوراق، ثم الزهور، ثم البذور، وتتفجر الحيوانات والنباتات بالحياة والنمو، وليس من أدنى عثرة، وليس من أدنى خطأ. إنه لبرنامج ثابت. وبصرف النظر عن مشاكل البشر، ستواصل ماكينة الكون العظيمة أداء وظيفتها في مثابرة، بلا خطأ، ويتأبني إحساس عند عودة هذه الارتعاشات الخضراء الصغيرة التى تسرى خلال الأشجار والى تدهشنى ذات صباح فى الربيع، أكثر مما أدهش للمحيطات وعواصفها، وأكثر مما أدهش للجيال وثلاجاتها، وأكثر مما أدهش لسقف السماوات ومجراتها، فتعطيني عودة هذه الارتعاشات الخضراء الإحساس بأن أشهد عرضاً رائعاً ظل لما يقرب من اثنى عشر بليون عام يجعل المسرح الكونى الهائل مفعماً بالحياة.

يستطيع الفيزيائيون تفسير طريقة تشكل المادة وطريقة سلوك القوى التي تعمل مفعولها فيها، ولكنى مازالت لم اكتشف بعد ما إذا كانوا يستطيعون تصور كون وهبت له خصائص أخرى، بمعنى التساؤل عما إذا كان قد حدث أثناء امتزاج القيود والتاريخ الذين شكّلا الكون، أن كان التاريخ وحده هو الذى يستلزم عنصراً من المصادفة، أو أنه عند البداية يمكن أيضاً للقيود - أو ما نسميه قوانين الطبيعة - أن تكون نتيجة للمصادفة.

كنت وأنا طفل أؤمن كل الإيمان بحكايات الجن. كانت بالنسبة لى تصف نظرة للعالم هى حقيقية مثل أى شئ أراه فى الشارع أو فى الريف، وكان يبدو لى أن الغيلان والمردة، التى كما نعرف كلنا تأكل صغار الأطفال، لا تكاد تختلف عن أفراد معينين ممن أمر بهم فى الحدائق والذين طُلب منى أن أحذر منهم. وعندما تحولت يقطينة سندريلاً إلى عربة فإن هذا لم يدهشنى كشئ خارق للعادة بأكثر مما كنت أدهش للحيل التى يؤديها أبى بأوراق اللعب عندما يكون رائق المزاج. ولم يقدرنى أى من هذه الأشياء إلى أى شك. فالعالم سواء هنا أو هناك يجرى هكذا، والأمور تجرى فحسب هكذا.

مازال هذا الإحساس نفسه يطغى علىّ فى كل ربيع مع عودة ظهور الأوراق. على أنه قد تغيرت بعض معتقداتى بمرور الزمن؛ فقد قلّ شيئاً ما إيمانى بقدرة الجن وبقوة الغيلان، ولكنى عندما أرى تلك الدلائل من الأوراق التى تعاود الظهور بإخلاص فى كل سنة، أحس بالخشوع لطبيعة العالم المحيط بنا غير المبررة. وبكلمات أخرى، لو أن تتابع الأحداث الذى ولد العناصر والمجرات والنجوم والأرض، لم تقع فيه أحداث معينة، أو لو أنها وقعت فى اللحظة الخطأ، لربما ماكان يوجد عندها أوراق على الأشجار - أو ربما لم توجد أشجار - أو ربما لن يوجد حتى أى عالم للأحياء. كيف يمكننا ألا نرى عالماً وطريقة عمله كأمر تعسفية، بل حتى أمور من نزوات؟ إن الأمور تكون فحسب على ما تكونه، خاصة فى عالم الأحياء. كيف يمكننا ألا نعجب لأشياء غريبة مثل الموت والشيخوخة؟ أى ضرورة يمكن أن تكون فى حمل الأشجار للأوراق، التى يحدث فى حالات كثيرة أن تتساقط فى كل خريف ثم لا تلبث أن تنمو متجددة فى كل ربيع؟ أو أى ضرورة فى أن يكون للحيوانات أربع سيقان؟ أو فى أن تتكاثر الكائنات الحية، بحيث يتطلب الأمر فى معظم الحالات أن يقوم اثنان بصنع فرد ثالث؟ أو أن يكون التكاثر الوظيفة الجسدية الوحيدة التى يكفلها عضو يملك الأفراد نصفه لاغير، بما يلزمهم بإنفاق الكثير من الوقت والجهد بحثاً عن النصف الآخر؟ إلا أن الأمور هى على هذا الحال. ولا فائدة من أن نتساءل عما إذا كان يمكن للعالم أن يكون مختلفاً، أو عما إذا كان يمكن ألا يوجد مطلقاً. والعالم بالنسبة لرجل العلم له صفة مميزة فريدة: أنه قد وجد ومارس وظيفته لما يقرب من عشرة أو اثنى عشر بليون عام.



هناك فيلم لرينيه كير اسمه (حدث غداً)، وفيه يقابل مراسل صحفى شاب أحد الأشباح ويلقى حظوة عنده. ويرسل له الشبح فى كل يوم صحيفة صباح اليوم التالي، الأمر الذى يعطى للمراسل الصحفى الشاب قدرة لا تنافس؛ فهو يعرف ما سيجلبه الغد، ويصبح فى القمة من الأحداث والمخاطر والخطط ونتائج السباقات وارتفاع وانخفاض أسعار الأوراق المالية، وطبيعى أنه ينجح فى كل مهمة تقع على كاهله، بما فى ذلك الحب، وتمضى الأمور كلها على ما يرام، حتى اليوم الذى تعلن فيه الصحيفة أن المراسل سيموت فى اليوم التالي. ويصيبه الذعر، فينطلق هارباً ليتجنب قدره على أنه مهما كان ما يفعله، فإنه لا يستطيع فراراً، ويجد نفسه عند الساعة والمكان المتنبأ بهما لموته. وإذا كان الفيلم رغم كل هذا له نهايته السعيدة، فإن هذا فحسب لأن قصص الصحف لا تكون دائماً على صواب.



## المراجع

- 1- Paul Valéry, The Collected works of Paul Valéry, vol.15, Moi, ed. Jackson Mathews, trans. Mathews and Jackson Mathews (Princeton: Princeton University Press, 1975), P.274.
- 2- René Char, "Le Poème Pulverise," in Oeuvres Complètes (Paris: Gallimard, 1983), P.247.
- 3- Jonathan Swift, Gulliver,s Travels, ed. Peter Dixon and John Chalker (Harmondsworth: Penguin, 1967), pp 251-260
- 4- Leo Tolstoy, War and Peace, trans, Rosemary Edmunds (London: Penguin, 1957), P.811.
- 5- Lewis Thomas, The Medusa and the Snail (New York: Viking, 1979), p.73.
- 6- Laboratoire Raymond Latarjet (Paris: Institut Curie, 1992).
- 7- Histoire de Lynx (Paris: Plon, 1991), pp. 11-12 (English trans., The story of Lynx [Chicago: University of Chicago Press, 1995]).





## الذبابسة

**«لأنه بدون ذباب، لا يكون هناك مضرب ذباب، وبدون مضرب ذباب  
ما كان حدث من حاكم الجزائر، ولا للقنصل، وما كانت توجد  
إهانة يُنتقم لها، وما كنا امتلكننا أشجار الزيتون ولا الجزائر،  
ولا عرفنا الحرارة العالية، ولا السادة النبلاء، إلى جانب أن الحرارة  
العالية هي الصحة للسياح»(\*)**

جاك بريغيرت

برنو، في أغسطس ١٩٦٥. وجمهور حاشد يتدافع حول الكاتدرائية، ويتضاغط  
تضاغطاً هائلاً أمام أبوابها، التي يحرسها الشرطة بعنف. سيقام هنا قدّاس لأول مرة  
منذ عشرين عاماً، وعلى الرغم من التعطش الديني لسكان المدينة العاديين لم يُسمح  
لهم بالدخول. نظم هذا القداس أكاديمية العلوم بجمهورية تشيكوسلوفاكيا الديمقراطية  
للاحتفال بذكرى مناسبة خاصة جداً، العيد المئوي لأول تفسير للورثة قدمه الراهب  
جريجور مندل عن الوراثة في نبات بسلة الحديقة. ستكون إقامة القداس احتفالاً في  
نفس الوقت بواحد من أعظم رجال العلم التشيك واحتفالاً بما يعتبر عادة الميلاد  
الرسمي لعلم الوراثة.

دعت الأكاديمية التشيكية علماء الوراثة من كل أنحاء العالم ليساهموا في ندوة  
تناقش نور مندل في علم الوراثة كما تناقش أيضاً تطورات هذا الفرع من العلم خلال  
النصف الأول من هذا القرن. ولما كان مندل أحد رجال الكنيسة، ولما كان هو نفسه قد  
أقام قداسات في هذا الموقع، فقد قررت الأكاديمية التشيكية بعد الكثير من التردد  
إنهاء الندوة بقداس قمة في ذكرى بطلها: قداس يقتصر على المساهمين في الندوة.  
وكانت النتيجة مشهداً غير عادي في صحن الكنيسة؛ كان هناك في جانب مائة عالم  
وراثة أمريكي وقد سعدوا بالمناسبة وإن كانوا مشدوهين بأن يجدوا أنفسهم يحضرون  
قداساً في بلد شيعي، وفي الجانب الآخر كان هناك مائة عالم بيولوجي من  
السوفييت، وجوهم بلا تعبير، وأذرعهم مطوية، وقد أذهلهم أن وجدوا أنفسهم  
يحضرون قداساً. وتناثر ما بين المجموعتين مائة من علماء الوراثة الأوروبيين والتشيك

---

(\*) توجد في هذه الفقرة إشارة لما حدث من استفزاز قنصل فرنسا لحاكم الجزائر حتى ضربه الحاكم  
بمضرب الذباب (المذبة) على وجهه، وتذرعت فرنسا بهذا الحادث المقتل لاحتلال الجزائر. (المترجم)

يحضرون قد أربكهم موضعهم بين الكتلة الأمريكية والكتلة السوفيتية. وثب كل هؤلاء الناس واقفين معاً فى وقت واحد عندما رددت القبة أصداء الأبواق التى صاحبت عزف كانتاتا لباخ، بينما كان أسقف برنو وبطانته يتحركون أماماً ببطء.

كان من الواضح أن ربيع براغ قد وصل.

ظل علم الوراثة طيلة هذا القرن مغروساً فى وحل السياسة، وسيبدو فى أى بلد أن تنظيم ندوة للاحتفال بالعيد المئوى لهذا المجال من العلم ويمتثله هو عملية تقدير عادية للغاية، ولكن الأمور كانت مختلفة فى ذلك الوقت خاصة بالنسبة لجمهورية اشتراكية. فلا يمكن أن يُسمح باجتماع كهذا إلا بعد عملية إعادة تأهيل للوراثيات وكبح جماح خصومها الرئيسيين، فكما أن الكتسية قد أدانت ذات يوم أفكار جاليليو لعدم توافقها مع التعاليم، فإن الشيوعيين يمثل ذلك تماماً قد حظروا الوراثة لعدم توافقها مع المبادئ الماركسية.

بدأ هذا النبذ للوراثيات فى روسيا السوفيتية عند نهاية العشرينيات من القرن العشرين، فعمد اللاماركيون الجدد من الشيوعيين الذين يدعمون فكرة وراثة الصفات المكتسبة، إلى مهاجمة علماء الوراثة الروس باسم النظرية الجدلية، ولم يستخدموا لذلك حججاً علمية، وإنما نصوصاً كتبها إنجلز<sup>(\*)</sup>. وكان قائد النزاع زراعى يدعى تروفيم ليسنكو. وكان قد اكتسب لنفسه شهرة فى أوائل الثلاثينيات بما زعم من «اكتشافه» لطريقة لزراع القمح فى الصيف لجنيه فى الشتاء، ولم يكن فى هذه الطريقة أى شئ أصيل وسرعان ما نبذت. على أن ليسنكو ظل ينادى بأن اكتشافاته، التى كان يعتبرها نجاحاً عظيماً، لا يمكن تفسيرها بالوراثيات، ولفق ليسنكو، بدون أى تردد نظرية بديلة، لم يكن لديه أى دعم تجريبي لها، تتأسس على توارث الصفات المكتسبة، ومالبث أن شن هجوماً على مدرسة الوراثة السوفيتية، التى كانت حتى ذلك الوقت مدرسة متألفة. كان هذا الرجل دجالاً مصاباً بجنون العظمة.

كان أسلوب ليسنكو فيما يعلنه من المزاعم، مثله مثل مادته العلمية، يكشف عن عجزه الكامل، وجهله ليس فحسب بمبادئ البيولوجيا وإنما بالعملية العلمية نفسها. وكما بين جاك مونو<sup>(١)</sup> فإن ذلك كان فيه ما ذكرى الأفكار المشتتة التى ينشرها بأنفسهم من يتعلمون ذاتياً ويقتنعون بأنهم قد عثروا على سر الحياة أو على ما يشفى من

---

(\*) فريدريك إنجلز (١٨٢٠-١٨٩٥) صديق كارل ماركس ومموله وشريكه فى وضع البيان (المانفستو) الشيوعى. (المترجم)

السرطان، ثم يثورون غضباً لأن «العلم الرسمي» يتجاهلهم. على أن أعظم ما كان يثير الإحباط- وما يبرهن حقاً على براعة ليسنكو- أنه نجح في أن ينال تأييد ستالين، وما يصحب ذلك من تأييد الجهاز السوفييتي بأسره- أي الدولة والحزب والمحاكم والصحافة - وتمكن ليسنكو بهذا التأييد من أن يهزم أعداءه وحرمت ممارسة الوراثة وكذلك أيضاً تعليم الوراثة. أما من رفضوا الإقرار بنظرياته فقد أرسلوا إلى سيبيريا، ولم يعد قط الكثيرون منهم. وطبيعي أن ما كان يصدق على الاتحاد السوفييتي كان يصدق أيضاً على البلاد التي يسيطر عليها. وبالتالي، ترتب على ذلك حظر علم الوراثة في كل الجمهوريات الاشتراكية، وقاد أحد العمدة في جامعة (تريجد) في المجر مسيرة لكية بأسرها يحمل أفرادها بوقار مجموعات ذباب الفاكهة التي تستخدم في الأبحاث والتعليم ليتخلصوا منها في المراحيض. وتم في برنو تفكيك تمثال «الراهب مندل» وهدمه. أما نباتات البسلة التي استخدمها مندل في تجاربه فقد اقتلعت من حديقة الدير. دعونا لانفند، دعونا نحطم لاغير!

وكان أعجب ما في هذه المسألة هو حجج ليسنكو وأتباعه. كان ليسنكو عندما يناقش علماء الوراثة السوفييت لا يضع في حسبانهم قط معطيات العلم التجريبي، والنتائج التي لا تحصى عن الوراثة في الحيوانات والنباتات، وهي نتائج تجمعت على مدى أكثر من ثلاثين عاماً، بفضل التحليلات الوراثة التي جرت في شتى البلاد، وقد فنّد علماء البيولوجيا الشرعيون ما كان يفخر به من نجاحاته المزعومة المدهشة في الزراعة والتي لم يجدوا فيها أي تبرير لسخريته العنيفة من الكروموزومات. وعندما كان ليسنكو يتحدث عن البيولوجيا كان ما يقوله جد مثير للسخرية، بحيث يؤدي في التو إلى تدمير أي مصداقية قد يجدها أحدهم في مزاعمه الزراعية، وكان هذا على الأقل ما استنتجه بوريس إفروسي، الأستاذ الأول للوراثة في فرنسا. كان إفروسي من أصل روسي، وقد أتيحت له الفرصة لأن يتحدث طويلاً مع ليسنكو، وقد وصفه بأنه رجل عنيد، ينطق بدون أن تطرف له عين بتفاهات من نوع القول بأن «هناك نوعين من الجلوكوز، الجلوكوز النباتي والجلوكوز الحيواني»، أو أن «الأحماض الأمينية تلعب دوراً أساسياً في التوازن الأسموزي في الخلايا»، بل وأن يقول أن «السييتوبلازم هو الذي يعطي لنواة الخلية خصائصها»- وكلها افتراضات لا يوجد أدنى دليل عليها.

كان مفهوم «النوع» Species عند ليسنكو ومؤيديه مجرد فكرة بورجوازية، ولم يترددوا في أن يعلنوا جهراً عن تجارب زعموا أنها تحول أحد الأنواع للآخر- القمح إلى جاوران، والشوفان إلى شعير، والكرب إلى لفت، ثم النباتات الثلاثة كلها إلى شجر شربين - وكان المقصود من هذه العمليات أن تكون شهادة على نجاح العلم التقدمي.

على أن وجه الخلاف الحقيقي عند ليسنكو كان بالفعل أيديولوجياً وليس علمياً. وكانت الحجة التي يكررها إلى ما لانهاية ضد الوراثيات هي تعارضها مع المادية الجدلية(\*) . وكان هذا عنده هو النزاع الحقيقي، لب الموضوع، الأساس الوحيد الذي يمكن بناء عليه أن ينال تأييد ستالين والحكومة السوفيتية. ولم يتمكن إلا عن طريق استخدام هذه الحاجة من أن ينال فرصة للفوز، ولأن ينشر أفكاره، وأن يجمع أعداءه. والحقيقة أن ليسنكو كان على صواب مطلق؛ فمهما كانت طريقة تناول الوراثيات، فمن المستحيل أن تتلاءم مع الجدلية. ولا يمكن أن تنسجم النظرية الوراثة مع «جديليات الطبيعة» لإنجلز، مثلما لا يمكن أن تنسجم مع هذه الجديليات النظرية الداروينية- نظرية الانتخاب الطبيعي- التي كان ليسنكو يرفضها أيضاً. وكان عنده أن توارث الصفات المكتسبة، الذي كان ليسنكو يظن أنه قد برهن على صحته، هو الشيء الوحيد الذي يتيح تعديل الطبيعة على نحو دائم، وبالتالي فإنه جعل ليتفق مع المذهب الماركسي، وبهذا فإن ستالين لم يتردد في تأييد ليسنكو.

من السهل تماماً أن نفهم كيف أن البيولوجيين الروس، بتأثير من ضغط الرعب الأيديولوجي والدكتاتورية البوليسية، كان عليهم الاستسلام لحجج ليسنكو أو حتى اعتناقها. ولكن ماذا عمن كانوا في الغرب؟ ماذا عن أولئك الذين لم يكن لديهم أي سبب للخوف على حياتهم، أو على حريتهم، أو عيشهم، ولكنهم أيدوا هذه الشبكة من الأكاذيب والتناقضات بكل هذا الحماس؟ كيف لنا أن ننسى سعار قطاع معين من الصحافة والمثقفين اليساريين الذين أعماهم الهوى وانغلَقوا في أيديولوجيتهم فاندفعوا ينبذون الرشد ويركعون هكذا وطيئاً؟ ما الذي يفسر هذا الاهتمام المفاجئ بالبيولوجيا بين رجال كانوا فيما سبق يفخرون بجهلهم بالعلم بل وحتى يبدون ازدراءهم له، وهم واثقون كل الثقة من تفوق الثقافة على الطبيعة تفوقاً لا يقبل الجدل؟

كان لدي رد الفعل المضاد لمسألة ليسنكو. كان رد الفعل هذا في ذروته عند نهاية الحرب العالمية الثانية وأنا لازلت في أول الطريق لاغير لأن أطفو إلى السطح. وقد ساعدني ذلك في توجيهي إلى العلم، وبدقة أكثر توجيهي إلى علم الوراثة. أذهلني أن أكتشف أنه يمكن في منتصف القرن العشرين أن ينال دجال تأييد الحكومة في بلده لأن يفرض من ناحية نظرية «علمية» سخيفة، ولأن يفرض من الناحية الأخرى منهجاً زراعياً يجلب الكوارث. لقد أمكن لشخص بلا خلق أن يستهدف واحدة من أمتن وأرسخ

---

(\*) نظرية المادية الجدلية وضعها ماركس كفلسفة لتفسير الكون والتاريخ وأصبحت في الأساس من المذهب الشيوعي. (المترجم)



النظريات العلمية بنية تدميرها. لم يكن هناك أى شئ يمنع دكتاتورية سياسية من أن تسجن علماء يُتهمون بممارسة «علم بورجوازي» لخدمة سياسات رجعية، بل واكتشفت فوق كل شئ، ربما بمزيد من الذهول، أنه يمكن لرجال لهم حريتهم مثل مثقفينا أن يصطفوا خلف لويس أراجون(\*)، وقد امتلأوا بانفعال أيديولوجي، ليستسلموا للخنوع والانحطاط. كانت دراسة الوراثة بالنسبة لى فى ذلك الوقت، تعنى رفض أن يحل التعصب وعدم التسامح مكان العقل.

ظل ليسنكو يحتل مركزه زمنياً طويلاً- طويل بما يكفى لتدمير البيولوجيا والزراعة الروسيين، بحيث لم يتم قط شفاؤهما بالكامل، وظل ليسنكو باقيا بعد ستالين، ولكنه اختفى فى بداية الستينيات عندما هاجمه الفيزيائيون السوفييت. كان الفيزيائيون بسبب الأسلحة النووية لديهم الفرصة للسفر إلى الخارج وحضور المؤتمرات، وذلك على عكس زملائهم فى البيولوجيا، ونجح ظهور البيولوجيا الجزيئية فى أن يثير اهتمام الفيزيائيين الغربيين، بل إن العديدين منهم لعبوا أدواراً رئيسية فى تنميتها. وعندما اختلط بهم الفيزيائيون الروس، أدركوا سريعاً مدى غباء وخطر نظريات ليسنكو، وتمكنوا من إقناع السلطات السوفيتية بذلك. وبعد بضع تحركات بين ارتفاع وانخفاض، جرد ليسنكو فى النهاية من ألقابه وسلطته. وأعيد إقامة تمثال مندل فوق قاعدته فى برنو، وأعيد زرع البسلة فى الحديقة، وأمكن أن تُعقد ندوة لذكراه المنوية.

التفت انتباه علم الوراثة بعد البسلة إلى الذباب، والذباب يفيد ليس فحسب كموضوع بحث مفضل عند علماء الوراثة وإنما يفيد أيضاً فى تسليّة الأطفال. أدخلنى صديق حميم صغير بالمدرسة إلى متعة التسليّة بالذباب، وحدث ذلك قرب نهاية الصف الثالث؛ كان أحد زملاء الفصل وقتها يمشى فيما حوله معطياً انطباعاً بانساً بالذات: فهو شاحب، نحيل، تصطدم ركبته معاً، ويرتدى دائماً ملابس أصغر مما ينبغى له، وكان أنطوان هكذا يثير التعاطف تو أن تقع العين عليه. كان قد تيتّم وهو رضيع وعاش مع عمته، وهى امرأة سليطة حقاً كما يُسمع عنها منه؛ فكانت ذات مزاج سئ وخبيثة وقاسية. وقد اعتادت أن تجلد ساقيه بحزام عن كل درجة تعتبر أنها ليست جيدة بما يكفى أو عن أى تعليق له تظن أن فيه وقاحة. كان وصف أنطوان لعمته يسبب لى الكوابيس.

---

(\*) شاعر فرنسى مشهور اشترك فى حرب مقاومة الاحتلال الألمانى وكان يدين بالشيوعية. (المترجم)



وكان لدى أنطوان عزاء واحد، إنه شئ لديه بالفعل، وهو الذباب. أصبحنا صديقين حميمين. ووثق أنطوان في. وكثيراً ما كان يشدني أثناء الفسحة إلى ركن في الفناء ليريني ذبابه. كان يخرج من جيبه قفص ذباب مصنوع من حلقتين من قلّين موصولتين بسلسلة من الدبابيس تشكل القضبان. وكان يمكننا أن نرى في القفص بضع ذبابات ناحلة تجر أنفسها من قضيب للآخر. وكان أطوان في أيام معينة، يعتبرها أياماً خاصة، يلعب ما يسميه «المباراة الكبرى» فيرفع أحد دبابيسه ويصطاد ذبابة إلى خارج القفص بأصابعه الهزيلة القذرة. ويقول «سوف نحاول أن نفهم كيف تتبنى الذبابة»، ويبدأ في تمزيق الذبابة في قطع منفصلة، ويقتلع الأرجل واحدة فالأخرى مثل الشعرة الواحدة، تاركاً فحسب الجسد والجناحين. وحتى ينتزع الجناحين فإنه يتصرف تصرفاً مختلفاً. فيشد الجناحين برفق «ليفككهما»، كما يقول، بدون تمزيقهما، ثم إنه يود بعدها أن «يعيد تجميع المنظومة» ويضع كل شئ ثانية في مكانه، ويكون هذا بالطبع مستحيلاً. وكل ما كنا نستطيع أن نفعله هو أن نرقب الذبابة وهي تناضل، ونلاحظ ارتعاشاتها وهي تذوى تدريجياً إلى سكون.

ظل علماء الوراثة طيلة هذا القرن وهم يطمحون إلى «فهم كيف تتبنى الذبابة». وكان توماس هنت مورجان الأمريكي أول من ارتقى بذبابة الفاكهة إلى منزلتها المرموقة في أبحاث الوراثة؛ كان مورجان عالم أجنة وكانت دراسة تنامي الأجنة قد اقتضت لزمن طويل على الفحص الشكلي (المورفولوجي). فترصد تحت الميكروسكوب التغيرات المختلفة في شكل الجنين وتكاثر الخلايا المتميزة في المناطق المختلفة من الجسم ولم يحدث إلا عند نهاية القرن التاسع عشر أن بدأت بالكاد الدراسات التجريبية لهذه الظواهر. أما ما يسمى بـ «ميكانيكا التنامي» - أي القوى التي تتيح لبنية من نظام عضوي جلد صغير كالبيضضة بأن يحول نفسه إلى نظام جدمركب كالحيوان - فقد ظلت أبعد من أن يتناولها التجريب. وبلغ من ذلك أن بعض علماء الأجنة حينما حاولوا تفسير هذا التحور الخارق للمعتاد والذي يبدو أنه يتجاوز أي إمكان لفهمه، فإنهم خرجوا بفكرة وجود نوع من القوة الحيوية، «مبدأ للتنامي» لعللاقة له بقوانين الفيزياء. على أن الوراثة عند مورجان وصديقه إيب ويلسون كانت هي التي لديها مفتاح الميكانيزم الذي يتشكل به الكتكوت من بيضة الدجاج، والإنسان من بويضة إنسانية. وبالتالي، فقد قرر مورجان أن يعطي الأولوية لدراسة التوارث. وأجرى أبحاثه أولاً على الفئران والجرذان، ولكنه نبذها سريعاً جداً لأن الثدييات أغلى مما ينبغي، وتتكاثر بأبطأ مما ينبغي، كما أنها عرضة للإصابة بالأمراض المعدية. وهكذا تحول مورجان إلى ذبابة الفاكهة «الدروزوفيل».

لم يكن هناك أى شئ يفترض مسبقاً أن سيكون للذبابة بدهة قدرأ مجيداً فى العلم، وقد ذكر أرسطو أن ثمة بعوضة صغيرة تنبثق من بقايا الخل، هى فى الأرجح إحدى أقرباء الدوروزوفيللا. وُصف هذا الجنس وأطلق عليه اسمه عند بداية القرن التاسع عشر. ولعله من سوء الحظ أن تقلب اسم «دوروزوفيللا»، أو مُحبة الندى، على اسم «إينوبوت» أو شارية النبيذ، الذى كان يستخدمه العديد من علماء الحشرات. وتم وصف أشهر أنواع هذه الذبابة «الدوروزوفيللا ميلانوجاستر» **Drosophila Melahogaster** فى منتصف القرن. ويبدو أن هذا النوع أصله فى المناطق الحارة. والأرجح أنه قد أدخل إلى أوروبا والولايات المتحدة مع شحنات الموز.

ظهرت ذبابة الفاكهة الصغيرة فى أحد معامل جامعة هارفارد عند البدايات المبكرة لهذا القرن، وسرعان ما برهنت على خواص رائعة: فهى صغيرة، ويسهل تربيتها فى المعمل، وقادرة على تحمل تجارب الطفر والتهجين، وهى خصبة طول السنة بدون انقطاع، وهى كثيرة النسل، فتنسل جيلاً جديداً كل اثنى عشر يوماً، أو ما يقرب من ثلاثين جيلاً فى كل سنة، وتنتج كل أنثى ما يقرب من ألف بيضة، ويسهل تمييز الذكور عن الإناث، وليس لها إلا أربعة كروموزومات. وباختصار فهى الكائن المثالى لدراسة التوارث.

كان مورجان وقتها يعمل بجامعة كولومبيا فى نيويورك، ولفت أحد الزملاء فى معمل مجاور نظر مورجان إلى مزايا ذبابة الفاكهة. ووصلت أول العينات إلى معمل كولومبيا فى ١٩٠٧، عندما أحضرها أحد طلبة مورجان، وأصبح مورجان نفسه مهتما بالذبابة فى صيف ١٩٠٩. ظهرت صنوف جديدة بسرعة كبيرة جداً فى عشائر الذبابة، وظهر على وجه الخصوص ذكر له عيون بيضاء وليست حمراء مثل كل مجانسيه. وأدى هذا الحدث إلى إطلاق سيل من النتائج. كانت السلالة المنحدرة من هذه الذبابة تتضمن أفراداً بعيون بيضاء- أى طفرة - ولكن خاصية «العين البيضاء» كانت تُورث بطريقة خاصة جداً: فلم يكن هناك سوى نسبة من الذكور لها أعين بيضاء، بينما كانت كل الإناث بأعين حمراء. وطرح هذا وجود صفة منتحية مرتبطة بالجنس (ذكر أم أنثى). وظهرت أنواع طافرات أخرى، كان للعديد منها ارتباط بالجنس، بما يدل على أن الجينات التى تتحكم فى هذه الصفات محمولة على كروموزوم إكس. وبعد أسابيع أخرى معودة أثبت مورجان وأحد طلبته أنه يتم تبادل شظايا من الكروموزومات بين الكروموزومات المتناظرة ويعاد توليفها. وأوضحا أن مقدار التوليف يدل على المسافة بين الجينات على الكروموزوم. وأرسيا بهذا الأساس لرسم خريطة للجينات على الكروموزومات باستخدام هذا التكنيك.

كان مورجان يعرف أن الذبابة ستتيح له أن يفك شفرة التوارث. والتقط طلاباً عديدين كانوا، بالذات متألقى الذكاء- سي.ب. بريدجز، وأ.ه. ستورتفانت، و ه.ج. مولر- ووضعهم في معمل سمي بعدها «غرفة الذباب»، وصنع مورجان وفريقه العجب العُجاب في هذه الغرفة.

كانت غرفة الذباب صغيرة تماماً، ومزدحمة بالمناضد والمكاتب والميكروسكوبات والقوارير التي تستخدم لتربية الذباب، كانت الغرفة موطناً لاثني عشر باحثاً، وطلبة، وزملاء أبحاث ما بعد الدكتوراه، وزوار. وكانت الأفكار تنطلق من غرفة الذباب انطلاق الصواريخ، والتجربة تتلو التجربة في سلسلة لا تنتهي من الاكتشافات، والمناقشات والنظريات. كان مورجان ومجموعته يعملون يومياً في تعاون وثيق في جو من الانفعال والحماس يختلط بحس من الاستسقاء النقدي، والسماحة، والتفتح العقلي. وتظل حياتهم كإحدى الملاحم النادرة العظيمة في تاريخ البيولوجيا. كان تبادل الرأي المفتوح ملمحاً دائماً في غرفة الذباب. وتنبت اكتشافات جديدة أو تبرز أفكار جديدة، فيناقشها أفراد المجموعة نقاشاً مفتوحاً، إلى حد أن ينسى كل منهم من الذي تولدت الفكرة عنه أولاً. وساعدت طريقة البحث هذه على التعجيل بظهور الاكتشافات.

رعى مورجان ومجموعته مئات الآلاف من الذباب، التي أنتجت سيلاً مستمراً من طافرات جديدة. وما لبث أن اتضحت في سنوات معودة الملامح الرئيسية للتوارث، أي ما سيصبح «قوانين» علم الوراثة. وكما يبين إرنست ماير<sup>(٢)</sup>، ففي حين فشل كل علماء الوراثة في القرن الماضي وبداية هذا القرن في العثور على الإجابات الصحيحة لحاجاتهم لإلقاء الأسئلة الصحيحة، نجح مورجان نجاحاً متألّقاً. وبدلاً من أن يتساعل مورجان عن فيزيولوجيا الجينات أو كيميائها أو أن يخمن النظريات الممكنة للوراثة، فقد تمسك بالحقائق، وبالتالي أسس علم وراثيات يفسر التوارث المنديلي بلغة من نظرية الكروموزومات.

تواصل النشاط في غرفة الذباب بكولومبيا لما يقرب من عشرين عاماً. وانتشر من هناك إلى معظم المعامل والجامعات في أرجاء العالم كله، وبدأت الطافرات تتكدس. وتم شيئاً فشيئاً تنقيح قوانين الوراثة الكلاسيكية والميكانيكا الكروموزومية. وكانت الصورة التي بنيت عليها الوراثة في الثلاثينيات صورة لجينات خيطة واحد بعد الآخر بطول الكروموزومات، مثل «حبات خرز في خيط».

ما إن أثبت مورجان وزملاؤه أن الجينات محمولة على الكروموزومات، حتى أصبحت البيولوجيا مفتوحة لسلسلة بأكملها من الأسئلة الجديدة. ما طبيعة الجينات كيميائياً؟ ماذا تكون المادة الوراثية؟ كيف تتضاعف الجينات؟ كيف تعمل على تحديد خواص الخلايا والكائنات الحية؟

أتى أول دليل على وظيفة الجينات من الطب، من أفكار أدت إلى مفهوم الأمراض الوراثية. في ١٩٠٢ كان الطبيب الانجليزي أرشيبالد جارود يهتم بمرض البول الألبكتوني، وهو مرض يتميز ببول لونه أسود. وينتج هذا المرض حسب جارود، عما سماه «خطأ وراثي في الأيض»، بمعنى أنه عيب وراثي يتضمن انقطاع في إحدى سلاسل عمليات الأيض التي تنتهي بتكوين البولينا.

وحتى نزيد تعمقاً في هذه الفكرة، ونجيب عن كل الأسئلة التي تثار عن الجينات، كان يحسب أن الذبابة أبعد من أن تكون الأداة المناسبة لذلك. وعلى الرغم من أن من الممكن تدقيق فحص الكروموزومات تحت الميكروسكوب - وخاصة الكروموزومات الضخمة للغدد اللعابية في الذبابة - وأن تلتقط ما عليها من شرائط لايتساوي حجمها، إلا أنه لم تكن هناك أية وسيلة لإثبات علاقة ارتباط بين هذه الشرائط والوظائف التي تُرجع إلى الجينات. وعلى الرغم من أنه يمكن للمرء أن يأخذ من ذباب طافر أنسجة قد تحدد مصيرها بأن تكون أعضاء خاصة كالعيون مثلاً، ليرقع بها ذباب طبيعي (والعكس بالعكس) ويرى كيف ستتنامى من هذه الأعضاء كما فعل بوريس إفروسي وجورج بيدل، على الرغم من هذا إلا أن النتائج كانت غير مباشرة وليست جد مقنعة. وحتى زمن الحرب العالمية الثانية، لم تزد الأفكار عن بنية الجين، عن أن تكون فروضاً تأسست على معطيات مستمدة من دراسة الطفرات وتأثيرات العوامل المتطفرة مثل أشعة إكس.

نُفيت الذبابة إلى غرفة الخصائص عند نهاية الثلاثينيات. وحل مكانها الكائنات الدقيقة - أي الفطر والخميرة والبكتريا والفيروسات - التي ظلت تحتفظ بأولويتها لما يقرب من ثلاثين عاماً. والحقيقة أنه بفضل البكتريا تم التعرف على دور حامض دي اوكسي ريبونيوكليك (دنا) كالمادة الوراثية للجينات، وحددت العلاقة بين الجينات والبروتينات، ووضح ميكانيزم تخليق البروتينات، وتم حل الشفرة الوراثية، وشرح عملية نسخ الجينات. وباختصار، فإن إثبات طبيعة ووظيفة الجينات تم من خلال البكتريا.

وأصبح من الممكن بعدها تحليل البنية الوراثية لخلية البكتريا وكذلك أيضاً بعض وظائفها. وقد بينا بالذات، مع جاك مونو، أن الجينات لا تعمل كلها باستمرار في



الخلية، ولا يمارس الكثير منها نشاطه إلا بناء على الطلب، باستجابة لإرشادات من البيئة والحاجات الغذائية للبكتيريا. وهناك دوائر منظمة، محكومة هي نفسها بجينات خاصة، تقوم بتنظيم التعبير عن جينات كثيرة.

أتاحت الوراثة الجزيئية الحديثة التوصل لأقصى الأعماق الداخلية لخلية البكتيريا، إلا أن الكائنات المركبة ظلت أبعد من الوصول إليها. ولم يكن من الممكن دراسة هذه الكائنات إلا باستخدام طرائق التحليل الكلاسيكية، التي تتطلب كائنات مهجنة تختلف في خصائص عديدة، أو باستخدام تكتيك جديد: دمج الخلايا معاً، الأمر الذي يجعل في الإمكان تحديد موقع جينات معينة على الكروموزومات ودراسة وظائف معقدة. إلا أن (دنا) هذه الكائنات جد معقد بحيث أنه ظل زمناً طويلاً يقاوم طرائق الوراثة الجزيئية.

على أنه حدث في صيف ١٩٧٢ اجتماع مهم على نحو خاص، حث عليه إرنست هادورن وتم عقده في زيورخ. كان هادورن عالم أجنة. وكان قد أخذ يبحث في أجنة البرمائيات، ولكنه جوبه بصعوبة تحليل العوامل الوراثية التي لها دورها في تنامي هذه الكائنات، فتحول إلى «الدروزوفيللا». درس هادورن تمايز «الأقراص الياضعية»، وهي مجموعات من الخلايا في اليرقات، تُعد لتشكيل الذبابة البالغة. والواقع أن الذبابة البالغة تنبني مثل السيارة. فهناك «قرص» لإنتاج كل عين، وقرص لإنتاج كل جناح، وقرص لكل ساق، هلم جرا. وبالتالي فإن عناصر البناء يتم إعدادها مستقلة، ثم تجمع معاً في النهاية، ومن الواضح أن هذا التمايز محكوم بالجينات. وحاول هادورن تجسير المسافة التي تفصل الدراسة الوراثية «للدروزوفيللا» عن البكتيريا، فدعا خمسة عشر خبيراً في «الدروزوفيللا» وخمسة عشر من علماء البيولوجيا الجزيئية. وروى كل منهم قصته بأبسط ما يمكن، بحيث يمكن للآخرين فهمه. على أنه ظلت هناك فجوة هائلة بين المجموعتين، وظلت لا توجد أي وسيلة لمعرفة الطريقة التي يمكن بها أن يطبق على الذباب تلك التكنيكات المتينة التي تستخدم في أبحاث البكتيريا.

تغير المنظر العام تغيراً كاملاً بعد ذلك بسنوات معدودة. وتعلمنا شيئاً فشيئاً كيف نتعامل مع (دنا) في البكتيريا. وسرعان ما نجحنا في تقطيع الخيوط الطويلة إلى شظايا معينة عند مواضع محددة بالضبط، ونجحنا في وصل الشظايا طرفاً بطرف، وفي إدخال المقاطع إلى أحد الكروموزومات. وتقع كل وسائل التناول هذه تحت عنوان الهندسة الوراثية. وأصبح من الممكن تدريجياً تناول الكميات الهائلة من (دنا) التي تحتويها الكائنات المركبة، وأن نلتقط جينات معينة، ونعزلها، ونصنع منها نسخاً عديدة،



وأن نجرى تحليلاً تفصيلياً لبنيتها، وأصبح فى الإمكان أيضاً أن نأخذ أحد الجينات من أحد الكائنات الحية، لنولجه فى كائن آخر، وندرس أدائه لوظيفته. ومنذ ذلك الوقت فصاعداً أخذت تنسد تلك الفجوة التى تفصل البكتريا عن الكائنات المركبة. ويمكن الآن مد نطاق التحليل الوراثى إلى أى كائن حي، بما فى ذلك البشر، بل إن طرائق الوراثة الجزيئية قد جعلت من الممكن أن نلتف من حول قيود الوراثة الكلاسيكية، أى أن نتجنب التهجين بين الأشقاء والشقيقات أو بين الآباء والأبناء (وعلى أى حال فهذا تكتيك لا يمكن تطبيقه على البشر). أصبح من الممكن الآن أن يتحرك ميدان الوراثة البشرية قدماً.

اكتسبت الذبابة حياة علمية جديدة. وأصبحت مرة أخرى الكائن المختار لدراسة إحدى المشاكل الرهيبة أقصى الرهبة فى البيولوجيا: وهى تنامى الجنين، وخاصة دور الجينات فى التنامي. وينتج عن نفس حقيقة أن الكلاب تأتى من كلاب والقمح من قمح أنها تثبت أن التكاثر هو وتنمى الجنين محكومان بالوراثة، أى محكومان بالجينات. أما ما كان غير مفهوم، فهو الطريقة التى تعين بها الجينات شكل الكائن الجديد فى سياق تناميه، كيف أنه من خلية واحدة- البويضة المخصبة- يمكن لبلايين من الخلايا التى تحوى كلها نفس الجينات، أن تتشكل وتتمايز إلى بنى متباينة تباين خلايا الأعصاب والعظام والعضلات والأمعاء، وما إلى ذلك.

ظلت هذه الأسئلة حتى السبعينيات بعيدة عن تناول البيولوجيا التجريبية. على أننا أصبح لدينا القدرة على عزل أى جين يُكشف فى أحد الكائنات، وأن ننقيه، ونحدد تتابعه، ونعين بدقة وظيفته، وفتحت هذه القدرات أبواباً جديدة لدراسة تنامى الأجنة. وبدلاً من السؤال القديم، كيف تؤدى الوراثة وظيفتها فى ذبابة الفاكهة؟ حل مكانه سؤال آخر هو، كيف تتبنى ذبابة الفاكهة؟- نفس السؤال الذى تعود أن يسأله زميلى فى مدرسة كارنوت - وحتى ذلك الوقت كان الباحثون مازالوا يجمعون الطفرات بصفتها مؤشرات، أى طريقة لوسم الكروموزومات بحيث يمكنهم دراسة الميكانيكا الكروموزومية. أما الآن فقد أصبحت للطفرات قيمتها كأداة لفتح الطريق لفهم دور الجينات فى تشكيل أحد الحيوانات. إذا كانت إحدى الطفرات تتضمن شذوذاً فى التنامي مثل ذبابة أو يرقة مشوهة، يكون هذا بسبب أن الجين الطافري لعب دوراً معيناً عند مرحلة ما من التنامي، لأنه يوجه حدثاً ضرورياً لإكمال هذه المرحلة. وبالتالي فقد أعيد النظر من زاوية جديدة لكل الترسانة القديمة لطفرات «الدروزوفيللا». وكمثل، تم التعرف فى ١٩١٦ على طافرة مذهلة من «الدروزوفيللا»: ذبابة لديها زوجان اثنان من

الأجنحة بدلاً من زوج واحد. ووقتها، بصرف النظر عن غرابة هذه الصفة وإثارتها للفضول، فإن هذه الطفرة لم تكن تمثل إلا ما لا يزيد عن نقطة تقع على أحد الكروموزومات في الخريطة الوراثية «للدروزوفيل». ومن الناحية الأخرى، كانت أهمية هذه الطفرة في السبعينيات تكمن فيما تسببه من تحول مورفولوجي في الذبابة، بما يبرز معه السؤال عن الطريقة التي يمكن بها لطفرة أن تغير حلقة من الجسم؟ كيف يمكن للطفرة أن تضع الأجنحة في مكان دبوسى التوازن أو موازنى الذبابة الصغيرين، الموجودين على الحلقة الصدرية الثالثة؟ إن ما تبينه هذه الطفرة التي أنتجت مسخاً بأربعة أجنحة هو أن جينات الحيوان تملأ ما يكون عليه شكله نزولاً إلى أصغر التفاصيل.

كان هناك طفرة أخرى في سنة ١٩٧٠ أشد تشويهاً. يكون للذبابة الطبيعية نوع من قرون الاستشعار فوق كل عين، وظهرت ذات يوم ذبابة طافرة في إحدى العشائر لديها ساق مكان قرن استشعارها! وقد أكدت هذه الطافرة الثانية الاستنتاجات المستمدة من الطافرة الأولى: أن الجينات هي في الحقيقة التي تملأ طريقة تنامي الحيوان. وفوق ذلك، فقد أوضحت هاتان الطافرتان فكرة مهمة: وهي أن أوجه الشذوذ الوراثي الأكثر شيوعاً لا ينتج عنها تشكيل بنى جديدة غير معروفة من قبل؛ فوجه الشذوذ في هاتين الطافرتين هو أن أحد الأعضاء قد ظهر حيث لايتوقع ظهوره؛ ففي الحالة الأولى ظهر جناحان حيث ينبغي أن يكون دبوسا التوازن، وفي الحالة الثانية ظهرت ساق حيث ينبغي أن يكون قرن الاستشعار. فالأمر وكأنه يوجد من قبل في أى من مناطق الجسم كل العناصر اللازمة لتشكيل منطقة أخرى، وهي جاهزة لأن تظهر إذا أشير لها بذلك.

وبناءً عليه، تفتح الطريق لدراسة الجهاز الوراثي الذي يقع في الأساس من تنامي الجنين في الذبابة. وأصبحت المشكلة الآن عزل الطفرات، تلك الطفرات التي لا تغير من مواد بناء الجسم وإنما الأخرى أنها تغير العناصر التي تعطى الأوامر لهذه المواد وتضعها في مكانها، فتحدد بذلك شكل الحيوان. فالطفر هو أى نوع من التغيير في المعلومات الوراثية، أى التغيير في خيط القواعد(\*) التي تشكل النص الوراثي: أى إحلال لحرف مكان الآخر، أو إضافة حروف أو نقص حروف، أو انقطاع في المتتابع، أو قلب له أو تحويل وضع أو إيلاج أو ما إلى ذلك- وباختصار أى نوع من أنواع الخطأ

---

(\*) يوجد في جزئ (دنا) تتابع من قواعد عضوية هي الأدينين والثيمين والجوانين والسيتوزين، وهي بمثابة الحروف الأبجدية التي تتكون منها الكلمات في النص أو الشفرة الوراثية. (المترجم)

التي قد تحدث أثناء الطباغة - وما أن تحدث هذه الأخطاء، حتى تبقى نفسها متواصلة في الأجيال المتتالية. ولا تنشأ طفرات تلقائية إلا نادراً. على أنه يمكن إحداث الطفرات بوسائل مختلفة، مثل التعريض للإشعاع، والمعالجة الكيميائية، وما إلى ذلك. وتكمن الصعوبة في اكتشاف الطفرات، فهي أحداث نادرة، تحدث بالضرورة في عشائر كبيرة. وإذن فإن الحصول على طفرات يعنى أن نزيد من تكرارها، ثم يكون من المهم الكشف عنها، وأخيراً انتخابها إن أمكن ويتطلب جنى طفرة مطلوبة أن نتخيل أولاً تأثيراتها الممكنة. فالأمر أساساً أمر دهاء وصبر.

علماء الوراثة الذين يعملون على ذبابة الفاكهة لا ينقصهم الدهاء والصبر، وهما موجودان على نحو فذ في بحث أجراه كريستيان نوسلين- فولهارد وإريك ويزكاوس. حدد العالمان هدفهما وهو تنامي الجنين، وما إن فعلا ذلك حتى أمكنهما أن يحصدا ماكانا يبحثان عنه في شهور معدودة. وأمكنهما بعدها أن يحللا العملية التي تؤسس منذ أول مراحل حياة الجنين طبعة التصميم الزرقاء(\*) لحيوان المستقبل. وكما يمكن توقعه، فإن هذا البناء المعماري يتم بناؤه في مراحل، ويتم توجيه كل مرحلة بمجموعة خاصة من الجينات.

ظل أحد الأسئلة يعذب علماء الأجنة زمناً طويلاً، فما هو دور جينات الأم في تشكيل الجنين قبل الإخصاب؟ أو بصيغة أفضل: هل تحوى البويضة كما تكونها الأم، والتي ستكون الجنين بعد الإخصاب هل تحوى عناصر سيتوبلازمية من الأم تحمل معلومات وراثية ضرورية لتنامي الجنين، وتوجد بالإضافة إلى تفاعل الكروموزومات الجنينية؟ كانت الإجابة هي «نعم»، وهي إجابة لم تتأت إلا حديثاً، فنجد أنه في المراحل التي تتحكم في تشكيل الجنين، يتم توجيه أول هذه المراحل بواسطة المنتجات السيتوبلازمية للجينات الأموية. ولا يحدث إلا لاحقاً أن تنشط جينات الجنين نفسه لتوجيه المراحل التالية.

ظلت معجزة الطبيعة، معجزة تشكيل حيوان من خلية واحدة- البويضة المخصبة- ظلت لزمان طويل أحد الملاجئ الأخيرة للمذهب الحيوي(\*) . وتوصف هذه المعجزة الآن كيميائياً بلغة من بنية وتفاعل الجزيئات التي تشارك في هذه العمليات. فهناك المراحل الأولى، تلك التي توجهها منتجات الجينات الأموية أثناء تشكل البويضة تدريجياً، وهذه

---

(\*) تشبيه بالورقة الزرقاء التي يطبع عليها المهندسون تصميم المباني لتنفيذها. (المترجم)

(\*) مذهب يرد كل مظاهر نشاط الكائن إلى قوة حيوية كامنة فيه، والظواهر الحيوية لها خصائص لا مثيل لها في الظواهر الكيميائية أو الفيزيائية. (المترجم)

المراحل تؤسس محاوراً سوف توجه الجنين بأن تحدد الأمام والظهر والقمة والقاع. ويتم بهذه الطريقة وضع نظام إحداثيات في موضعه بحيث يتيح للخلايا التي يكونها الجنين أن تحدد موضعها وأن تحدد هويتها، وهذا التنظيم الابتدائي يتم وضعه قبل الإخصاب.

ما إن يتم وضع هذه الإشارات في موضعها، حتى يأخذ الجنين في التحكم في مصيره وتناميته التدريجي. ويتوجيه من الجينات الجنينية يأخذ جسم الجنين، كما تمثله البويضة المخصبة، في أن ينقسم بنفسه إلى ما يكون تقريباً عشر حلقات، وتكون هذه الحلقات الآن غير متميزة، ثم تأخذ في التمايز لتكتسب هوية معينة. ويستطيع المرء أن يميز رأس المستقبل بالأعين والفكين وقرون الاستشعار، وصدر المستقبل بزوج أجنحة وثلاثة أزواج من السيقان، وبطن المستقبل، التي تنتهي بالمنطقة الشرجية. وأخيراً، أصبحنا في وضع يمكن لنا فيه أن نرصد كيف يتم تدريجياً رسم تخطيط شكل حيوان المستقبل في سلسلة من الأحداث الموجهة توجيهاً صارماً.

أصبح في الإمكان بفضل طرائق البيولوجيا الجزيئية، أن نعزل معظم هذه الجينات، وندرس بنيتها تفصيلاً، ونقارن بينها، ونحدد زمن وموضع التعبير عنها في الجنين، ونرسم خطوط شكل المنتج النهائي. هذه هي الطريقة التي تم بها إثبات وجود أحد أنواع الجينات التي تحدد شكل الكائن الحي. ويتم التعبير عن هذه الجينات في مجموعات من خلايا محددة تحديداً دقيقاً، ونعرف نحن طريقة تعيينها. وهي تتحكم في أحداث خاصة في عملية تنامي الجنين. وعند مقارنة بنى هذه الجينات، أى تتابع قواعدها، يثبت أنها تتكون من وصلات معينة لشظايا من (دنا) صغيرة نسبياً وموجودة في جينات كثيرة، وهذا يطرح فكرة أن معظم الجينات مبنية من عدد محدود من مقاطع وراثية يمكن تشبيكها معاً. ومرة أخرى، فإن التركيب في الطبيعة ينبثق من منظومة توليفية تتكون من عدد صغير من العناصر.

تتخذ هذه المنظومة التوليفية معنى جديداً عندما ندرس منتجات هذه الجينات، أى البروتينات التي تتحكم في تنامي الجنين. تنتج كل شظية من شظايا (دنا) هذه سلسلة من بوليبيبتيدات(\*) تناظر أحد النطاقات، موتيف(\*) لبروتين يتحكم شكله ذو

---

(\*) البوليبيبتيد يتكون من أحماض أمينية عديدة تتخذ معاً، وعندما تتحد البوليبيبتيدات معاً فإنها تكون بروتينا. (المترجم)

(\*) الموتيف أصلاً في الموسيقى أو الرسم نغم أو فكرة تتكرر كنمط سائد أو رئيسي في العمل الفني أو أي تصميم لعمل، والكلمة مستخدمة هنا مجازاً. (المترجم)



الأبعاد الثلاثية هو وشحنته الكهروستاتيكية في قدرته للتعرف والتفاعل مع الجزيئات. والجينات التي توجه الأحداث في المراحل الأولى من الحياة الجينية للذبابة، كلها تؤثر في تعبير الجينات الأخرى بأن تنشط أو تكبح من نسخ المقطع المناظر من (دنا) إلى (رنا). فالبروتينات المنتظمة، الناتجة عن هذه الجينات، كلها تمتلك كجزء من بنيتها نطاقاً له القدرة على أن يتعرف على وجه الخصوص على منطقة من (دنا) تتحكم في نشاط جين مجاور. وبالتالي، فإن كلاً منها يمتلك نطاقاً له ألفة قوية لمقطع من (دنا). (هناك عدد محدود من هذه النطاقات، لها أسماء غريبة مثل «صندوق الموضع» و «أصابع الزنك»، و«Pou»، وما إلى ذلك. من الواضح أن هذا النوع من التحكم يسود في حالة وجود بطارية من عشرة جينات، تسمى جينات تعيين الموضع **homwotic genes** أو جينات (هوم)، وهي الجينات التي تحدد في جين الذبابة هوية الحلقات النامية: وبطارية جينات (هوم) هذه تؤسس معدل منحدر بطول المحور الأمامي الخلفي للحيوان، بما يتيح للخلايا أن تجد طريقها على طول المحور وأن تحدد موضعها، الذي يلزمها بمسار معين للتنامي. وإذا حدثت طفرة في الواحد أو الآخر من جينات (هوم) هذه، يكون هذا هو السبب في وجود خطأ في هوية الحلقة، وأن يحدث مثلاً أن تتشكل ذبابة لها أربعة أجنحة بدلاً من اثنين، أو لها ساق بدلاً من قرن استشعار.

هكذا بدأنا نرى بهذه الطريقة، «كيف تنبنى الذبابة»، كما تعود أن يقول زميل فصلي الصغير؛ يتم إنشاء الحيوان في شكل قطاعات متكررة، أي حلقات أو وحدات مستقلة متعددة الخلايا. ويحدث تمايز الخلايا داخل هذه الحلقات في مسارات محددة بدقة. ووظيفة أول جينات يبدأ تشغيلها في الجنين، هي أن تخطط حدود هذه الوحدات المستقلة المكمل، التي تكون في أول الأمر متماثلة كلها، نسخ من نموذج أولى للوحدات مستقلة. ودور الجينات التي تسبب طفرات تعيين الموقع، أي جينات (هوم)، هو أن تضمن في كل حلقة القواعد العامة التي تؤكد تمايز الحلقة القياسية. وبناء عليه، فإن هذه الجينات توجه في كل حلقة تعديلات معينة ستحدد مصيرها نهائياً. والحقيقة أن كل حلقة، وكل منطقة، تتحدد بتوليفة مخصصة من العديد من جينات (هوم) تقوم بوظيفتها بالتوازي في كل خلية بالمنطقة.

يكشف وجود الطافرات عن جانب آخر من هذا الميكانيزم، فعندما تحل ساق مكان قرن استشعار في رأس الطافرة الثانية، فإن سبب ذلك هو أن أحد الجينات قد أوقف نشاطه بالطفر. فهذا الجين يؤدي وظيفته أداء سليماً في الذبابة الطبيعية. وأداء وظيفة



هذا الجين هو الذى يمنع مع غيره أن تطلع ساق مكان قرن استشعار. وأخيراً فإن الطافرات تتيح الفرصة لدراسة الجهاز الوراثى الموجود فى الأساس من تنامى الجنين فى «الدروزوفيللا»، خاصة وأن الذبابة تعيش حياتين: فتعيش أولاً كيرقة، ثم كحشرة بالغة، ومع ذلك فإن الكثير من الطفرات التى لا تتعارض مع بقاء الذبابة حية، تسمح بتكون اليرقة، حتى وإن كانت معدلة، وحتى إن كانت مشوهة تشويهاً كبيراً. ويصبح السؤال عندها هو العثور على طريقة لانتخاب الطفرات التى تُحدث التعديل، ليس بأن تعدل مواد بناء الذبابة، وإنما تعدل من العناصر التى تضع المواد فى موضعها وتحدد شكل الحيوان.

تعمل جينات تعيين الموضع بتنظيم نشاط الجينات المستهدفة التى تحدد إنتاج عوامل النمو ومستقبلاتها. وعندما يتم التعبير عن الجينات المستهدفة هذه فإنها تنظم تكاثر الخلايا وتفاعلاتها. وبالتالي، فإن هناك تراتب هرمى من العناصر الوراثية يوجه تنامى الذبابة، ويطلق انطونيو جارسيا- بلليو على جينات هوم هى وجيناتها المستهدفة اسمى «الجينات المنتخبة» و«الجينات المنشطة» بالترتيب، ليعكس الدور الذى تلعبه فى هذا التراتب الهرمى.

ما زال لدينا فقط فكرة غامضة عن الطريقة التى تنظم بها عضواً البنى العليا فى الحيوان، ونحن لا نعرف بالذات كيف يتحدد حجم وشكل الجسم وأعضائه، بمعنى ما تكونه العمليات التى تنظم نمو الخلية وتكوين مورفولوجيتها. وأغلب الاحتمالات أن المعلومات المطلوبة لذلك تكون متضمنة فى الداخل من الخلايا الفردية، وأن سلوك الخلايا الوراثى المبرمج يحدد التنظيم العضوى فوق الخلوى للكائن الحي. ويرجح فى الإجمال، أن التنظيم العضوى للجسم ككل يكون نتيجة لتفاعلات محلية بين مجموعات من الخلايا.

من الطبيعى أن تركيب بنية الجنين لا ينبثق من لا مكان، فالجينات الأموية توجهه وتضع مكوناته فى مكانها. فتشكّل الذبابة يبدأ فى الأم، عندما تبدأ فى إعداد البويضة، وهذه البويضة تحوى كل مواد البناء- البروتينات، والدهون، والسكريات، والميتوكوندريا(\*) والنواة، التى تسجل فيها التعليمات المطلوبة لإنتاج الذبابة، وبالإضافة، لابد وأن تحوى البويضة «شيئاً معيناً» ينظم عضواً كل هذه المواد، ويوزعها فى المكان، ويعد لانبتاق الأعضاء، ويرسم خطوط شكل وبنية كائن المستقبل الحي، ويرسّى الإشارات التى سوف تخبر خلايا المستقبل بالمكان الذى يكون عليها الذهاب إليه وماذا سيكون دورها- أى باختصار ما يعطى للمادة شكلها - هذا «الشيء المعين»، «معلومات الموضع» هذه، هى

---

(\*) الميتوكوندريا أحد أجهزة الخلية وتختص بإنتاج وقودها أو طاقتها، وهى أيضاً مصدر لجينات معينة تمرر من الأم فقط للجنين وليس من الأب. (المترجم)

التي تشغل جينات النواة التي يأتى نصفها من الأب ونصفها من الأم. وهذا التفاعل، هذه العملية من إعطاء المعلومات، هي ما يجعل الذبابة ذبابة والفيل فيلاً. ولا بد بالضرورة من أن معلومات الموضع الموجودة من قبل في البويضة، تكون قد وضعت في مكانها بواسطة الأم في سياق عملية إنشاء البويضة أثناء التكوين البويضى. وبالتالي فيها لابد أن تكون محكومة بالجينات الأموية، وليس بجينات الجنين. ولا يمكن قبل وجود هذا النظام في موضعه أن يتم ضغط زر جينات الجنين بدورها حتى تأخذ في العمل.

مما يثير الاهتمام أن نلاحظ أن المحور الأمامى الخلفى الذى تسهم الأم به فى الجنين يماثل المحور الأمامى الخلفى الخاص بالأم نفسها. ويكلمات أخرى، فإنه منذ أول وجود للذبابة وماتلاه من تكاثرها، يظل الذباب يداوم بإخلاص على أن يكون له نفس المحور الأمامى الخلفى، فى نفس الاتجاه. ومن الواضح أن هذا المحور بدوره لا ينبثق من لاشئ. فهو مستمد من كائن حى آخر انحدرت منه «الدورنى وفيل» فى سياق التطور.

الذبابة حشرة مألوفة فى الأدب، رمز لما يبعث السخرية والإزعاج. وهى أقل تنفيراً من العنكوت وأقل جاذبية من الفراشة، وتجسد عدم الاستقرار وانعدام الفائدة وما يبعث على السخرية، وأسوأ من ذلك أنها مصدر لتشتيت الانتباه. ويشكو مونتاني (\*) من أن طنين الذبابة «فيه الكفاية لأن يقتل (عقله)»، ويشكو باسكال (\*) من أنه «يشل تفكيرى». أما ما يجعل الذبابة شيئاً مقرفاً فهو ولعها بالقمامة والعفن والروث.

لم تنجح الذبابة فى أن تصبح نجماً إلا فى العلم، وليس فحسب فى علم الوراثة ولكنها نجحت كنجم أيضاً فى علم الأجنة، ومرة أخرى كان ذلك على نحو غير قابل للتنبؤ. ظل علم الأجنة زمناً طويلاً فرعاً علمياً مغلقاً - يمكننا القول بأنه منطقة تديرها مجموعة من القبائل، كل قبيلة منها تركز نفسها لكائن حى أثير عندها - ولا يشبه جنين قنفذ البحر جنين الضفدعة أو الفأر أو الذبابة. ويبدو أن تنامى كل منها يعتمد على ميكانزمات هى بديهيها ليست على علاقة أحدها بالآخر. على أنه ما إن تم فهم التنامى الجنينى للذبابة فهماً واسعاً وما إن تم تعيين الجينات التى تشارك فيه، حتى أذهلنا اكتشاف أن نفس الجينات - وهى جينات لها وظائف ذات علاقة وثيقة معاً - تواصل الظهور فى كائنات حية متنوعة أقصى التنوع. وبدا أن هناك مبادئ مشتركة تكمن فى الأساس من تنامى كل الأجنة، وإذن فقد أصبحت الذبابة نوعاً من نموذج مثالى، ونحن مدينون للذبابة بأى تقدم أمكننا صنعه حالياً فى الدراسات الوراثة للفئران أو البشر.

(\*) ميشيل مونتاني (١٥٢٢-١٥٩٢) أديب فرنسى اشتهر بكتابه «مقالات» (المترجم)

(\*) بليز باسكال (١٦٢٢-١٦٦٢) كاتب وفيلسوف ورياضى فرنسى. (المترجم)

## **المراجع**

- 1-Jacques Monod, Foreword to Jaurés Medvedev, Geandeur et chute de Lyssenko (Paris: Gallimard, 1971).
- 2- Ernst Mayer, The Growth of Biological Thought (Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1982), P.754.

## الفأر

زاد أثناء هذا القرن عدد المؤلفين الذين سُجِّلُوا في قائمة أوراق بحث البيولوجيا زيادة هائلة. قبل الحرب العالمية الثانية كانت كل ورقة بحث منشورة تمثل عادة بحثاً لعالم واحد، وأصبح العدد بعد الحرب هو عموماً اثنين لكل ورقة بحث. ثم أخذ العدد يتزايد باطراد منذ السبعينيات، حتى وصل في السنوات الأخيرة إلى عشرات عديدة من الأفراد أو حتى مائة فرد في بحث واحد عن الطواقم الوراثية.

كان معظم الوقت في الأيام الأولى للبيولوجيا الجزيئية، عند منتصف القرن، نتيجة لعمل فريق من اثنين، ثنائيات أو أزواج. وكمثل ذلك هناك أبحاث جورج بيدل هو وإدوارد تاتوم، وسلفادور لوريا هو وماكس دلبروك، وماكس بيروترز وجون كندرو، وجيمس وطسون وفرانسيس كريك، وجاك مونو وإي. إي. وماثيو ميزلسون وفرانكلين ستال، وغيرهم. وتوصف الأبحاث التي نشرها كل زوج من هؤلاء خطوات رئيسية في تطور البيولوجيا الجزيئية. لماذا يلعب أزواجاً من فردين هذا الدور المهم؟ ما الذي جعل ذلك العصر، وذلك المجال فيهما تحبيذ هكذا للمشاركة العلمية؟ هل هي خاصية لهذه الأبحاث من حيث أنها تتعلق بعلوم متداخلة؟ أو أن السبب هو اتساع وتنوع التقنيات المستمدة من مجالات مختلفة لتستخدم في البحث؟ أو أن السبب هو تعقد التجارب؟

خطر ببالي أن هذه الاقتراحات قليلة الاحتمال، وبدأ لي بدلاً من ذلك أن ما أتاح في الحقيقة لأزواج العلماء هؤلاء أن يستغلوا مواهبهم وأن يبرهنوا على فعاليتها هو الجانب النظري من أبحاثهم عندما يوضع إزاء الجانب التجريبي. فعندما يكون أحد العلوم في طفولته - عندما يكون ماله من المنظر العام مفتوح وغير متميز - يتوفر الوقت الكافي للحلم بإقامة النظريات وإنشاء النماذج. ووجود فردين عند الحلم بإقامة النظريات وإنشاء النماذج أفضل من وجود فرد واحد. فالمونولوجات الداخلية تكون في هذا النوع من الممارسة أقل توصيلاً عن الديالوجات التي تدور بين فردين اثنين تعوداً على التعاون والنقاش وأن يعلق أحدهما على عمل الآخر، وأن يوازن بين طريقتين مختلفتين للنظر إلى العالم، وباختصار أن يكون هناك تفاعل بين شريكين تعوداً إما على العمل معاً أو على العمل أحدهما ضد الآخر. هذا فضلاً عن الجانب المسلي في الأبحاث، فعمل فردين معاً أكثر متعة من عمل فرد وحده. ذلك أنه عندما يبحث عقلان في مشكلة، تنهال الأفكار بأغزر وأسرع، وتتواش من شريك للآخر، وتطلع إحداها على

الأخرى مثل الأغصان فوق شجرة، كما أنه يحدث في هذه العملية أن تزيد سرعة التخلص من الأوهام في مهدها.

والحقيقة أن الأبحاث التي يقوم بها فردان سرعان ما تتخذ منحى مختلفاً. فهي تتبع من القواعد ما يكون فريداً للشريكين والمباراة. ويستخدم الشريكان مفردات خاصة مثل التوائم، فيبتكران كلمات جديدة، وكثيراً ما يحدث أثناء المناقشات التي تتسم بالذات الحيوية، عندما يدور الديالوج متواثماً بينهما مثل الكرة في مباراة للبنج بنج، أنه يمكن أن يصل بهما الانفعال إلى مستوى حيث يجيب كل لاعب قبل أن يكون الآخر قد أنهى جملته، ويبلغ بهما الأمر أن أى غريب يكون حاضراً للمشهد سرعان ما يفقد القدرة على متابعة النقاش.

أُتيحت لى الفرصة مرتين في معهد باستير لأن أساهم في مشاركة من هذا النوع- أولاً مع إيلي وولمان في دراسة التحلل والجنسوية في البكتريا، ومؤخراً مع جاك مونو في تحليل التخليق الحثى للبروتينات في خلية بكتريا إشريشيا كولاي (عصوى القولون). طرح لويس توماس أنه يمكن قياس أهمية أى عمل بحثى حسب شدة ما يثيره من مفاجأة. حسن، لاريب أنه لم تكن تنقصنا المفاجآت في معهد باستير. فمع وولمان كان هناك ماسمى الحث الجنسى لتطور جينوم الفاج(\*) أثناء الاقتران، وهناك خلط للمطبخ بحث على جماع عزلى بين البكتريا الجامعة، ثم حلقة كروموزومات البكتريا. ومع مونو كان هناك ما سمي تجارب باجامو(\*) التي وصفتها في كتاب «التمثال الداخلي»، وعلى وجه الخصوص وجود بطارية بأكملها من الطفرات، وبعضها كان غير متوقع مطلقاً، مثل الطفرات السلبية(\*) السائدة التي عيناها في الحلقات المنظمة لبكتريوفاج لامبدا ومنظومة اللاكتوز. وقد برزت مفاجأة من نوع آخر في سياق هذا البحث: فقد أنتجنا نموذجاً وجدنا نحن أنفسنا صعوبة في أن نأخذه مأخذاً جدياً، وبعدها أذهلنا أن نجد أن فيه نصيب من الحقيقة، وأن العالم، أو شظية صغيرة منه، تتسق إلى حد معقول مع ما تصورناه، على الأقل في وقتنا الحالى!

ظللت أنا وجاك مونو لسنتين عديدة نقضى ساعات من كل يوم في مكتبه، حيث يروح نصف الوقت في نقاش ونصفه في رسم خطط على السبورة. وحدث بالتدريج بفضل

---

(\*) الفاج اختصار البكتريوفاج أو الفيروس ملتهم البكتريا (المترجم)

(\*) باجامو مخصصة لأسماء (باردى، وجاكوب، ومونو)، وتشير إلى بحث على تنظيم تخليق البروتين، يثبت أن التثبيط (أو الكبح) هو الميكانيزم الضروري.

(\*) الطافرات السلبية السائدة طافرات حذفت منها المنطقة التي يمكن أن تبدأ نسخ الجينات لتكوين الفاج، وبالتالي فإن إزالة الكابح لا ينتج عنها أى فاج.



الجمع بين العمل على التحلل وعلى منظومة اللاكتوز، وبواسطة الكثير من المناقشات وقدر كبير من الرسم فوق السبورة، حدث أن توصلنا إلى ما يسمى نموذج الأوبيرون(\*) وقد لخص هذا النموذج ما نعرفه عن ميكانيزمات تخليق البروتين، وطرح ذلك فكرة وجود وحدة منظمة للتعبير عن الجين، حلقة تتكون من بروتين منظم يتعرف على تتابع من (دنا) يتحكم في تعبير الجينات المجاورة.

طرحنا هذا النموذج لتفسير تنظيم التعبير عن الجين في البكتيريا. على أننا كنا نأمل أن نجد في الكائنات الأعلى وحدات منظمة مماثلة تؤدي وظيفتها حسب مبادئ مماثلة، وإن كان من الواضح أنها ستكون أكثر تعقداً - خاصة في الظواهر التي في الأساس من تنامي الجنين وتمايز الخلايا - ويمكن أن نعتبر أن هذه الوحدات المنظمة تعمل كعناصر الدوائر الكهربائية. فيمكن عند الطلب توليفها وتوصيلها لتنشيط أو تكبح النشاط الجيني بعدد من الطرائق كاستجابة لشتى الوظائف التنظيمية.

عندما نشرنا عن نموذج الأوبيرون كان هذا النموذج كالضربة المباشرة، ولعله كان في الحقيقة ضربة أكبر مما يلزم. ذلك أنه أصبح يطبق بكل طريقة متخيلة، حتى في مجالات لم تكن لها أى علاقة به، وطُرحت نماذج مختلفة لتفسير تنظيم التعبير عن الجين في البكتيريا بميكانيزمات شتى، يختلف بعضها اختلافاً جذرياً عن نموذجنا. وسرعان ما فضح علماء الكيمياء الحيوية زيف هذه الأخيرة، وليس من سوء الحظ أن من قاموا بذلك لم يكونوا علماء معهد باستير، الذين لم يتناولوا المشكلة قط بالروح المناسبة أو بالموارد الملائمة، وإنما قام بذلك علماء الكيمياء الحيوية في هارفارد - والترجيلبرت وبنو مولر - هيل، اللذان نجحا في عزل كايح منظومة اللاكتوز، ثم مارك بتاشن، الذي نقى منظومة فاج لامبدا. وبفضل هذه الجهود أصبح من الممكن إجراء دراسة جزيئية للتنظيم. والحقيقة أنه تكونت من العناصر المكتشفة وحدة منظمة تناظر خواصها ما تنبأ به نموذجنا، مع تعديلات هيئة محدودة لاغير.

كان يهمنى في هذه النقطة هو الكشف عما إذا كانت المبادئ التي أميط اللثام عنها في تنظيم التعبير عن الجينات في البكتيريا تعمل أيضاً في الكائنات الحية المركبة، خاصة في تنامي الأجنة. وإذا كانت تعمل فيها، فإنى أود فهم أصل ما هو ضرورى من التركيب الإضافي. كانت هذه مشكلة يصعب بالذات معالجتها، لأنه كان يبدو وقت أن ظهرت أن تطبيق الطرائق المستخدمة في دراسة البكتيريا على الكائنات المركبة أمر

---

(\*) الأوبيرون مجموعة جينات في البكتيريا على علاقة وظيفية معاً، ولها نفس المثير، ويتم استنساخها معاً. (المترجم)

غير وارد فالنسبة للبكتريا كان تحديد موضع العناصر المنظّمه وتحليلها يعتمد اعتماداً يكاد يكون، كاملاً على التحليل الوراثي للخلية- تحليل كان وقتها لا يمكن تطبيقه على ماتسمى بالكائنات نوات النواة الحقيقية. والخميرة هي الاستثناء الوحيد لذلك، فكانت بذلك تناسب تماماً هذا النوع من الدراسة، على أنه فيما عدا ظواهر معينة تتعلق بالتبوغ والجنسوية فإن دراسات الخميرة كانت تقريباً لاعلاقة لها بتنامي الجنين وتمايز الخلية.

إذا كنت أريد حقاً أن أدرس التمايز، سيكون على أن أختار واحداً من مسارين. فإما أن أظل مبقياً على دراسة الكائنات الحية وحيدة الخلية- البكتريا أو الخميرة- وأن أستكشف خطوط جديدة للبحث، أو بدلاً من ذلك، يمكنني أن أذهب إلى شئ أكبر وأكثر تعقداً، الأمر الذي يعنى العثور على كائن حي مختلف، قرار صعب، فقلما يغير العلماء من مسارهم، ولأريب أنه قلما يغير البيولوجيون أيضاً من مسارهم، عندما يرسو الواحد منهم على أحد مجالات البحث بالنسبة لكائن بعينه فهم يبقون على ماهم فيه طالما نالوا النجاح تقريباً فيما يبتكرون. ومن النادر أن يوجد الشخص الذي يستطيع مثل اندريه لوف أن يكرر تحوله بالنسبة لمجال بحثه وكذلك أيضاً بالنسبة للكائن الذي يدرسه، ويظل مع ذلك يأتى فى كل مرة بطريقة تناول جديدة لمشكلة قديمة.

كان من الواضح أننى يجب أن أتناقش مع جاك مونو بشأن مسألة الكائن موضع البحث وتغييره، كانت اهتماماتنا قد تباعدت تدريجياً منذ بحثنا عن الأوبيرون وعجزنا عن عزل الكابح فى معهد باستير. «ألوسثيريه»<sup>(\*)</sup> (Allosteric) كانت قد وصفت فى بحث لجين-بيير شانجيه. شاركت فى هذا البحث عند بدايته، ثم بينت الأدلة أن البروتينات التى تسهم فى الحلقات المنظمة- الكابحة أو المنشطة- تظهر خواص ألوسثيريه. كان هذا على وجه الخصوص أحد السبل الوحيدة لتفسير خصائص بعض طافراتى الأثيرة، مثل الطافرات السلبية السائدة. إلا أن إنشاء النماذج واختبارها كان يعتمد فوق كل شئ على دراسات حركيات تفصيلية للتفاعلات الكيميائية التى تظهرها هذه البروتينات، وكانت دراسة الحركيات هذه أمراً لا يستثيرنى البحث فيه.

حولت اهتمامى إذن إلى دراسة انقسام الخلية وتضاعف (دنا) فى بكتريا إ. كولاى. وفى عام ١٩٦٢ أتت عائلة برينز لتقضى أجازتها مع عائلة جاكوب على شاطئ لاترانس سير- مير (التي كان سيدنى يسميها «الشريحة»، فى مقاطعة فندي، وبينما

---

(\*) يستخدم مصطلح الألوسثيرية للإشارة إلى فئة من الإنزيمات ينالها تحول فى الشكل فيعدل من وظيفتها.

كان الأطفال يلهون على الشاطئ كنت وسيدنى نتحدث ونخط في الرمال. وأنتجنا في النهاية نموذجاً يدعى «ريبليكون» ويربط بين انقسام الخلية وتضاعف (دنا).. كانت فكرة النموذج هي أن نربط (دنا) إلى غشاء البكتريا عند موضع يتحكم في التضاعف، وقد حاولنا مع فرانسوا كوزين استخدام هذا النموذج لعزل وتحليل طافرات إ. كولاى التى عطل فيها انقسام الخلية و/ أو التضاعف.

على أن السؤال الذى كان يهمنى حقاً هو هل ينبغي أن أغير الكائن الذى أعمل عليه هو ومجال بحثي؟ ورغم أنني وجاهك لم نعد نعمل معاً عن قرب وثيق كما من قبل، إلا أننا ظللنا نتحدث معاً كثيراً جداً. وقد حاولت مرات عديدة أن أوجه المناقشة إلى موضوع اتجاهي الجديد، إلا أن جاك لم يهتم كثيراً بذلك. كان مازال مرتبطاً جداً بدراسة الكائنات الدقيقة، التى كان يعتبر- وهو محق. أنها الكائنات المفضلة لدراسة الكثير من المشاكل التى لم تُحل.

ومع ذلك لم أجد أن حججه جد مقنعة وذلك لأسباب عديدة صحيحة تقريباً. فأول كل شئ، لم تكن لى رغبة فى أن أقضى حياتى وأنا أؤدى نفس التجارب. كان لألفريد هرشى مزحة ساخرة يقول فيها.. أن السعادة بالنسبة للبيولوجى هي أن يحول تجربة معقدة تعمل بنجاح ثم يكررها بنفس الطريقة بالضبط يوماً بعد يوم، وعلى الرغم من هذه المزحة إلا أنى كنت أرغب فى التغيير. لقد ظللت للآن طيلة خمس عشرة سنة أرقب على نحو رتيب جماع أزواج من البكتريا التى تُختار بعناية، وقد نلت من ممارسة ذلك، الكثير من الرضا. ولكنى أحسست بأنى قد استنفدت كل متعته. (لم يكن سبب ذلك أنى أعترض على دورى كتوع من مرشد جنسى، وإنما السبب لاغير أنى لم أكن أريد التخصص فى ممارسات الجنس عند البكتريا). وثانياً، كانت البكتريا قد أخذت تبدو لى وكأنها مروضة نوعاً ما ومتحفظة نوعاً ما كنت أريد أن أعمل على شئ يمكن رؤيته، له هرمونات وانفعالات، وروح. كنت أريد العمل على حيوانات مرئية للعين المجردة، يمكننى تمييزها كأفراد، بل وأن أسميها، حيوانات لها القدرة على أن تنظر إلى فى عيني. ولكن ذلك لم يكن حتى هو السبب الحقيقي. فالسبب الحقيقي أكثر جدية عن ذلك وأكثر إنصافاً بأنه بيولوجى ومهنى. فبعض الظواهر التى تصاحب الكائنات الدقيقة كانت لاختلف عن تمايز الخلايا- كالتبوغ فى البكتريا العسوية، وكذلك بعض جوانب التبوغ والجنسوية فى الخميرة على وجه الخصوص التى تقترب وثيقاً من خلايا الكائنات العليا، على أن هذا فيه شئ من الغش. فإذا كنا نريد دراسة تنامى الأجنة، يكون علينا أن نعمل على أجنة. وإذا كنا نريد دراسة تمايز الخلايا، يكون علينا أن

نعمل على كائنات حية ذات خلايا متميزة: أى عضلات، وأعصاب، وجلد و كلية، وهلم جرا. وليس من طريقة للالتفاف حول ذلك. فعلينا لاغير أن نفعل ذلك، وهكذا قررت التغيير.

ما إن اتخذت هذا القرار (جوالى ١٩٦٧)، حتى برز سؤالان. أى الكائنات سأختار؟ ثم كيف سأنتقل من أحد أنواع البحث إلى آخر؟ واختيار الكائن الذى يدرس أمر مهم أقصى الأهمية فى البيولوجيا. أولاً، لأن نفس طبيعة الحيوان، أى بنيته وفيزيولوجيته، تضع حدوداً لإمكانات البحث لتقتصر على أنواع معينة من التجارب. وثانياً، لأن المرء مع مرور الزمن يصبح أسيراً إلى حد ما لما فعله ولما يعرفه. وسيجد لديه كوما متكديسا من المعدات وغيرها من الممتلكات- الطافرات، والإنزيمات، ومنتجات منقاة- كلها عظيمة القيمة. كما أن الالتزام بمجال معين من البحث، وعلى كائن حى معين، يمثل أيضاً استثماراً للوقت والجهد يتضاعف يومياً. والمرء ما إن يخطو فى درب معين، حتى يُقلب إليه قلبه، ويصبح من الصعب أن يتزحزح عن اتجاهه.

كيف سأختار من بين الكائنات المفضلة لعلماء الأجنة- أقنفذ البحر، أم الضفدعة، أم الذبابة، أم الفأر، وما إلى ذلك؟ يتناسب كل كائن من هذه مع نوع واحد معين من التجارب، ولكنه لايتناسب مطلقاً مع الأنواع الأخرى، أو قد يتناسب معها فقط بعض الشئ. تناولت ذات يوم قطعة ورق وبونت كل الخواص التى أعتقد أنى أرغبها فى أحد الحيوانات لإشباع احتياجات نوع البحث الذى أريد إجراؤه. فينبغى أن يكون هذا الكائن مما تسهل تربيته، ويتكاثر سريعاً، ويكون تحليله بسيطاً وراثياً أو بيوكيميائياً. كنت أود أن أتمكن من إنتاج مزارع خلايا من هذا الكائن لأدرس فيزيولوجيته وسلوكه. وهكذا دواليك. كان من الواضح أنه لاوجود لهذا الحيوان المثالى. فلن يفى بهذه المتطلبات إلا هجين من ضفدعة وقنفذ بحر وذبابة. كان على أن أتناول وأصل إلى حل وسط.

طرح أحد الباحثين فى سياق المناقشة فى العمل أن ننظر فى أمر استخدام المسطحات (الديدان المسطحة). وميزة هذه الديدان هى قدرتها على التجدد؛ فعندما نقطع الدودة المسطحة فى نصفين، يعيد كل نصف تكوين كائن كامل، فنحصل على دودتين مسطحتين، كل منهما قد اكتملت مجموعتها من الأنسجة والأعضاء. وبالتالي يمكننا دراسة تشكيل الحيوان وكذلك أيضاً تمايز خلاياه. وعرفنا أن أكبر خبير فى المسطحات فى أوروبا هو إيطالى يعمل أستاذاً للحيوان فى جامعة بشمال إيطاليا. وذهب ثلاثة منا لزيارته ورؤية مجموعته من المسطحات. كان رجلاً ناشفاً ضئيلاً، ولكنه



لطيف، وشعره وعينه سود. وأخبرنا في التوبائه قد ناله الشرف لاهتمام علماء البيولوجيا الجزيئية بكائناته المتواضعة. وكان أول سؤال لنا، عن طول الزمن الذي يستغرقه تكاثر المسطحات؟ فأجاب بصراحة «حوالي ثلاثة شهور». وإذا رأى خيبة الأمل في وجوهنا، أضاف قائلاً «ربما شهران ونصف الشهر». وعندما بدا أن هذا التنازل لا يبدو أنه قد رفع من معنوياتنا، غامر قائلاً بلكنة مدهشة في إيقاعها: «ربما عشرة أسابيع. هذا أفضل ما أستطيع». وإذا خاب أملنا، تهيأنا للعودة إلى باريس.

وعندها سألتني أستاذ الحيوان إن كان في وسعي أن أتحدث للطلبة في ندوة. واستقر بنا الرأي على الموضوع «تضاعف دنا وانقسام الخلية في البكتريا» وعلى موعد الندوة: الساعة الحادية عشرة في اليوم التالي. وصلت في اليوم التالي إلى الجامعة في العاشرة والنصف. ولكن ذلك كان في عام ١٩٦٨ (\*)، ووجدت أستاذنا في الحيوان في حالة ارتباك كامل. «إن الطلبة محتلون قاعة المحاضرات منذ ليلة أمس. لن تستطيع أن تلقى كلمتك في الندوة» وعلى أي حال فقد أرسل أحد مساعديه ليفاوض الطلبة. وأخيراً، وافق الطلبة في الحادية عشرة إلا خمس دقائق على أن ألقى كلمتي في الندوة.

دخلت أنا وأستاذ الحيوان في الحادية عشرة بالضبط إلى قاعة محاضرات مليئة عن آخرها، وأنا أحس كأني واحد ممن يحكم عليهم بالموت ويلقى بهم بين الأسود، ولم يكد الأستاذ ينهض ليقدمني حتى أخذ الطلبة يضجون في استهجان، وفي النهاية جلس الأستاذ ثانية. وتوقف الصخب. وقفت وألقيت قصتي الصغيرة في حشد صامت، وكانت عن طافرات بكتريا إيكولاى التى تعجز عن مضاعفة (دناها).

عندما أنهيت كلمتي صفق الجميع. ثم بدأت الأسئلة تنطلق طائفة. «هل عزلت الإنزيمات الطافرة؟» «هل تعتقد أن الطلبة يمكنهم أن يشعلوا ثورة؟» «ما عدد الطافرات المختلفة التى عزلتها؟» «ما رأيك فى موقف أستاذ التشريح من الطلبة؟» ووافقنا معاً فى النهاية على جميع الأسئلة العلمية أولاً، ثم السياسية، وهكذا ناقشت فى البداية نقاطاً قليلة من محاضرتي. وعندما انتهيت من ذلك، نهض كل الأساتذة الذين كانوا قاعدين فى الجلسة وانصرفوا بما فيهم مضيفي أستاذ الحيوان وأصبحت وحدي مع الأسود. وتلا ذلك سلسلة من الأسئلة، أجبت عنها بطريقة أو أخرى. كان بعضها بشأن الموقف العام، وتطور مجتمعنا، والحاجة لتغيير سياسى، وهلم جرا.

وكان بعضها يتعلق على وجه الخصوص بالموقف فى تلك الجامعة، وهو ما لا أعرف عنه شيئاً ولكنى أحسست سريعاً بما فيه. كان الطلبة غاضبين بالذات من أستاذ

(\*) سادت فى عام ١٩٦٨ اضطرابات طلابية فى معظم دول غرب أوروبا. (المترجم)



التشريح. وكانوا يعتقدون أنه قد عاملهم معاملة سيئة، ومضى كل شيء على ما يرام، مع جرعة لها قدرها من الفكاهة. وبعد ثلاث ساعات من النقاش، توقفنا. وبينما أنا خارج كان الطلبة ينشدون «هذه فحسب البداية! هيا لقتال لا ينتهى!» ما إن خرجت حتى أذهلنى أن أجد أن الكلية كلها تنتظرني لأذهب إلى وجبة غداء لم يخبرني أحد عنها. أسرع كل الأساتذة إليّ. كيف أن أساتذة تلك الجامعة لم يتحدثوا إلى طلبتهم منذ ثلاثة شهور. كانت هذه نهاية مرحلة المسطحات.

حوالى نفس الوقت من السنة، كنت فى نيويورك مع سيمور بنزر وسيدنى برينر لحضور مؤتمر. وذهبتنا ذات مساء قبل الأكل إلى دار سينما لرؤية فيلم «الفأر الذى زأر». كان الفيلم عن بلد أوروبية صغيرة تحكمها جرانذوقة. وعلق أحد الوزراء أثناء اجتماع لمجلس الوزراء لمناقشة كارثة الوضع المالى للبلد، بأن البلاد الوحيدة التى تزدهر أحوالها المالية هى تلك التى انهزمت فى الحرب العالمية الثانية— أى ألمانيا واليابان،— وبالتالي فقد طرح رئيس الوزراء إعلان الحرب على الولايات المتحدة. ونال الاقتراح موافقة حماسية. وأرسلت حملة بقوة من ست رجال يقودهم رقيب لتحارب الولايات المتحدة. ويتصايف أن يكون اليوم الذى رست فيه الحملة فى نيويورك هو الرابع من يوليو<sup>(\*)</sup>. كانت المدينة مهجورة، ولا توجد نسمة واحدة فى الشارع. ولا سيارة واحدة. وينزل أفراد القوات من السفينة ويستولون على المدينة بدون طلقة واحد. ويزداد التأثير الفكاهى بطريقة مبتكرة وهى أن قام الممثل الإنجليزى بىتر سيلرز بأداء الأدوار الرئيسية، إبتداء من الجرانذوقة حتى رئيس الوزراء ثم الرقيب.

بعد السينما، كان العشاء. وبدأنا هناك نقاشاً جيداً، كان سيمور وسيدنى قد اتخذا من قبل قراراً حاسماً. فقد هجر كلاهما أبحاث الفاج والبكتريا منذ شهور عديدة مضت. وكانا كلاهما قد قررا دراسة القدرة التوصيلية للجهاز العصبي، واستخدما لذلك طافرات انتخبت ببراعة «الدروزوفيللا» لسيمور، ودودة خيطية صغيرة لسيدنى تدعى «سينوروها بديتس إلياجنز». كان كل منهما يفاخر بمزايا الكائن الذى اختاره، حيث أن من الواضح أنه يتفوق على الآخر.

كان للذبابة ماضيها العلمى المبرز، إذ أنها ظلت لزمن طويل الكائن المختار لعلماء الورااثيات. فالذباب سريع التكاثر، ويسهل تربيته فى المعمل، ويمكن لزجاجة بسيطة أن تتسع لإقامة مئات الذباب. وفوق ذلك، فمن المتاح أن يكون

---

(\*) الرابع من يوليو عطلة عيد الاستقلال فى الولايات المتحدة. (المترجم)

هناك مجموعة من طافرات ذباب متباينة تبايناً كبيراً وتتضمن بعض طافرات قد تعطل تناميها الجيني. وبالتالي فإن الذبابة كائن مثالي لدراسة وراثيات التنامي، على أن فيها بالفعل بعض المآخذ؛ فمن الصعب دراسة فيزيولوجيتها، ويستحيل تقريباً تزريع خلاياها.

أما دودة سيدنى الخيطية فهي قصة أخرى. كانت وقتها لا تستخدم إلا نادراً كموضوع دراسة تجريبية، وميزتها الرئيسية هي قدرتها على التكاثر السريع فوق أطباق جيلي بذرت فيها بكتريا إيكولاي. كانت الدودة الخيطية دودة مستديرة صغيرة، خنثى، طولها نصف السنتيمتر. ويمكن للواحدة منها أن تنتج سلالة من مئات في ثلاثة أو أربعة أيام. والحيوان نفسه بسيط في تربيته ويسهل تحليله وراثياً، وكان سيدنى قد عزل بالفعل سلسلة من الطافرات. ولهذه الدودة الصغيرة خاصية مذهلة، هي أنها تحوى فقط تسعمائة واثنين وثمانين خلية، مصير كل منها محدد بدقة. ولكننا وإن كان يمكننا تحديد خواصها البيوكيميائية لا يمكننا حقا دراسة فيزيولوجيتها. وكما هو الحال مع الذبابة، فإن تكتيكات استزراع الخلية باستخدام الديدان الخيطية كانت تكتيكات بدائية. وفي النهاية فإن كلا من النسقين كان جيدا كالأخر. فأحدهما له ميزة أنه مألوف، والآخر له ميزة السرعة.

من الضروري للانتقال من مجال بحث لآخر أن أكيف الباحثين والمواد ومعملي حسب النظام الجديد. وفكرت في أنى ربما يمكننى أن أخطو خطوة أولى في هذا الاتجاه بأن أصبح على دراية بالخلايا الثديية بأن أستزرع خلايا الفأر. وعلى أى حال، فإن أندريه لووف قد أنجز تحولاً من هذا النوع بلا جهد، عندما كف عن استخدام فاج فيروس شلل الأطفال كموضوع لدراساته، كذلك فإن بدريس إفروسي في فرنسا وهنرى هاريس في إنجلترا كانا يحاولان دراسة تمايز الخلايا في مزارع الخلية. فكانا يدمجان أنواعاً مختلفة من الخلايا المتميزة ويفحصان التعبير عن الخصائص المختلفة في منتجاتها وبدالى هنا أيضاً أن هذا النوع من التجارب فيه شيء من الغش لتجنب التعامل مع أجنة. ولكنه إحدى البدايات.

لم أتكلف كثيراً لتحويل معملى البكتريولوجى إلى معمل تزريع للخلايا. وكان دافيد شوبيرت الأمريكى قد وفد ليقضى فترة من سنتين سببيتين<sup>(\*)</sup>، وأحضر معه خلايا من ورم نيوروبلاستوما<sup>(\*)</sup> فى فأر ثم هناك هيدويج جاكوب التى كانت تعمل مع إفروسي

---

(\*) السنة السببية تقليد جامعى يُسمح فيه للأستاذ الجامعى أن يقضى سنة أو أكثر فى أى مكان يختاره

لدراسة أو الراحة كل سبع سنوات. (المترجم)

(\*) ورم خلايا الأرومة العصبية. (المترجم)

فى مدينة جيف على- إيفيت، ثم قررت أن تنتقل إلى باريس. كانت خبيرة فى استزراع الخلايا، وقد ألفت كل تكتيكات الاستزراع. وظللنا لشهور عديدة نستزاع أنواعاً عديدة من الخلايا وخاصة خلايا الفأر الليمفاوية. كنا نحاول أن نجعلها تتجه عكسياً فى بعض نواحي التمايز أن تختار خلايا قادرة على تخليق إنزيم كاني عادة يختفى بعد تمايز الخلية الليمفاوية. وكانت التجربة بلا نتائج. كنا نحاول فى تخطيط أن ندمج خلية ليمفاوية تخلق جسماً مضاداً مع خلية لا تخلقها، ثم وصلتنا الأخبار بأن سيزار ميلشتين وجورة كوهلر قد اكتشفا أجساماً مضادة أحادية النسيلة (mono clonal)!

كانت هذه الأنشطة مجرد تسلية قبل أن نتمكن من تكريس أنفسنا للأجنة. كان من الصعب إعادة تشكيل المعمل الصغير الذى أشغله ولم يكن للمعمل السعة على إيواء أكثر من كائن دقيق الصغر. أهو الذبابة أم الدودة الخيطية؟ بقيت لشهور عديدة وأنا أتعامل لاهياً بسلالة الديدان الخيطية التى أعطاها لى سيدني. وأنتجت أنا وفرنسواز دى فيتري وهيدوريغ جاكوب طافرات عديدة منها. وجربنا أداء بعض تجارب الوراثة والكيمياء الحيوية باستخدام هذه الطافرات، ولكن هذه الديدان الصغيرة لم تكن مطلقاً لتثير انفعالي. وألقيت بعد مضي ستة أشهر محاضرة فى معهد باستير عنوانها «ما الذى لا نستطيعه مع دودة خيطية».

كانت «الدروزوفيللا» أكثر جاذبية لى بسبب ما تكس من طافرات متنوعة تنوعاً هائلاً خلال خمسين عاماً من البحث المعمل، كان من الواضح أن بعضها يؤدى إلى اضطراب فى تشكيل الحيوان، فيؤدى بالتالى إلى اضطراب تنامى أجنته. كما أن الدروزوفيللا كانت أكثر جاذبية أيضاً بسبب بعض تجارب أجراها إرنست هابورن فى سويسرا، استخدام فيها بطن ذبابة بالغة كائىوية اختبار يستزاع فيها الخلايا الجنينية.

ولكنى عندما تأملت الأمر تساءلت هل من المعقول العمل على الذبابة فى معهد باستير؟ وكان يبدو لى أنه لا يمكن التفكير فى أن أترك معهد باستير لأذهب لمركز بحث آخر. كنت لأسباب كثيرة أود البقاء حيث كانت بدايتى منذ خمس وعشرين سنة مضت، كنت أعى بالذات ما أشعر بأنه دين على للمعهد ورجاله الذين رحبوا بى ترحيباً دافئاً للغاية وساعدونى على الوقوف فوق قدمي، على أنه بدالى أن العمل فى باستير يتضمن وجود قيود معينة. لقد قصد مؤسس المعهد منه أن يكون لدراسة ومحاربة الأمراض المعدية، وتركزت الأبحاث فى معهد باستير على دراسة البكتريا والفيروسات ووسائل الدفاع ضدها طيلة سبعين عاماً وإذا كان قد أمكن للبيولوجيا الجزيئية أن تنشأ هنا، فإن

السبب بالضبط أنه أثناء طفولة هذا العلم كانت تجاربه مبنية على العمل على البكتريا والفيروسات. كان من المؤكد أنه لا معنى لأن أعمل مباشرة من داخل نفس الفروع العلمية التي كانت تعبىء كما يقال الكتائب الرئيسية فى باستير. ولكن كان يبدو أيضاً أنه لا جدوى من محاولة إدخال كائن حى جديد، مع ما يحتاجه ذلك من الدعم اللوجستى.

ومن الناحية الأخرى كانت هناك أبحاث على كائن آخر تجرى بالفعل فى باستير وإذ كانت فى ظنى ليست بالقدر الكافى، أبحاث على كائن محورى فى مهام المعهد الأساسية: وهو الفأر. فهذا الحيوان الصغير يناسب تماماً دراسات المناعة، ولكن علماء المناعة كانوا يستخدمون الأرانب. ويمكننا أن نصيب الفأر بعدوى بكتريا معينة أو فيروسات مرضية، ولكن علماء البكتريا كانوا غالباً يدرسون على خنازير غينيا(\*) . وأخيراً فإن الفأر حيوان أمثل لدراسة أنواع معينة من السرطان ولدراسة زرع الأعضاء. وبالإضافة فإن التحليل الوراثى للفأر ظل مستمراً منذ بداية القرن. والفأر يتكاثر تكاثراً أسرع من الثدييات الأخرى. وقد تم فعلاً تعيين طفرات كثيرة له. وأخذت معامل كثيرة على عاتقها مهمة دراسة جنين الفأر. ومن الواضح أن تحليل تنامى جنين مفروس فى رحم الأم أمر أكثر تعقيداً بكثير وي طرح صعوبات أكثر كثيراً مما فى الذبابة أو الدودة الخيطية أو حتى الضفدعة. ولكن الفأر كان له ميزتان كانتا وقتها حاسمتين بالنسبة لى. والأولى أنه أصغر حيوان ثديي، الكائن المعمل الذى يماثل الإنسان، والتي تفيد دراسته فى الوراثة والفيزيولوجيا والباثولوجيا كنماذج للإنسان. وثانياً، والأهم، أن الفأر يفى باحتياجات معظم الأبحاث التى تجرى فى معهد باستير. وبالتالي كان من المنطقى على أحسن وجه أن تدرس هناك وراثيات الفأر وبيولوجيا تناميه ولم يكن الحال هكذا بالنسبة للكائنات الأخرى مثل الذبابة أو الدودة الخيطية أو الضفدعة.

كلما فكرت أكثر فى مسألة الفئران هذه، اتضح لى وضوحاً أكبر أن علينا أن نتخذ نفس طريقة التناول التى نجحت بفاعلية بالغة مع البكتريا. فعلينا بالذات أن نحصل على باحثين من مختلف الفروع العلمية يعملوا معاً على نفس الكائن، أى الفأر كانت الإدارات الحكومية وقتها تضع خطوطاً عريضة لما تنتبأ به بالنسبة لمستقبل فرنسا فى مجالات متنوعة كل التنوع، وذلك فى شكل خطة خمسية، وهكذا كانت هناك خطة تجهز فى نهاية الستينيات لسنوات ١٩٧١-١٩٧٥.

---

(\*) خنازير غينيا نوع من جردان صغيرة أصلها من أمريكا الجنوبية. (المترجم)



ولما كنت واحداً من المستشارين من العلماء طرحت أن نبني معهداً للفئران حيث يمكن أن يعمل جنباً إلى جنبه وعلى نفس الكائن، علماء وراثية، وفيزيولوجيا، وكيمياء حيوية، وباثولوجيا، وعلماء للفيروسات، وللأورام، وهلم جرا. لم يلق اقتراحي قبولاً حسناً، وذلك في المقام الأول لدى القائمين بالإدارة العلمية.. وسألوني على نحو مباشر عما إذا كنت أريد أن أراس ذلك المعهد، وهي وظيفة لم أكن أهتم بها إطلاقاً. ولو كنت أبدت موافقتي، لربما كانوا قد بنوا المعهد. ذلك أن إنشاء مشروع كهذا هو في رأيهم أمر يمكن تصوره فحسب ليكون من أجل شخص، وليس من أجل برنامج بحث! وكانت استجابة زملائي سيئة بمثل ذلك تماماً. كان لديهم ثلاثة اعتراضات أساسية: (١) إنه يريد أن يبني معهداً يمكنه من أن يدير كل البيولوجيا الفرنسية. إنه ديكتاتور. (٢) الفكرة سخيفة. ينبغي أن يترك الناس ليعملوا وحدهم كما يشاؤون: (٣) لماذا الفئران؟ لماذا لا يكون المعهد لـقنفذ البحر أو الضفدعة؟ لو أني كنت أريد إدارة هذا المعهد وحاربت عنيفاً بما يكفي من أجل المشروع، لربما كنت نجحت في ذلك. ولكني وجدت أن الانتقادات والتعليقات فيها سخف بالغ لدرجة أني لم أجرب حتى مجرد محاولة. ولعلني كنت مخطئاً ولو كان هذا المعهد بنى وقتها لكان من المرجح جداً أنه سيتيح لفرق البحث الفرنسية تقدماً طيباً.

حتى أعمل في الفئران، سأحتاج إلى مكان رحب. ولم يكن هناك مجال للعثور عليه في أي من المنشآت القديمة لمعهد باستير، التي شهدت بدايات البيولوجيا الجزيئية وحتى تتطور البيولوجيا الجديدة، كان سيجري إنشاء مبنى جديد، لن يكون جاهزاً قبل بداية السبعينيات واصلت أثناء انتظارى التدريب على استزراع الخلايا الثديية مع هيدوج جاكوب.

نما حماسي لدراسة الفئران عندما عرفت بوجود ورم في هذا الكائن له خصائص غير معتادة كان يسمى السرطان المسخي **Teratocarcinoma** ويوجد في خصية بعض خطوط سلالة الفئران التي تستولد داخلياً (\*) وهذه الأورام يمكن أن تنتقل بالزرع في تسلسل من فأر لفأر. ويحتوي كل ورم على أنواع من خلايا متميزة على مدى واسع- خلايا عضلية وعصبية وغدية. وقلبية، وهم جرا- كما يحتوي أيضاً على خلايا غير متميزة تماثل خلايا الأجنة المبكرة. نجحت معامل كثيرة، من بينها معمل بوريس إفروسى في عزل ذلك النوع الجنيني من الخلايا والاحتفاظ بها في أنابيب اختبار.

---

(\*) الاستيلاد الداخلي استيلاد بين حيوانات أو نباتات وثيقة القرابة لحفظ أو تثبيت صفات معينة مرغوبة. (المترجم)



ونُمت الخلايا في مزرعة لشهور عديدة، ثم أعيد حقنها في الفئران، واستعادة الخلايا الجنينية قدرتها على إحداث أورام تتضمن مدى واسعاً من أنواع الخلايا. وبالإضافة، فقد قادتنا دلائل معينة إلى الاعتقاد بأن هذه الخلايا يمكنها أيضاً أن تتمايز في أنابيب الاختبار - أثارت هذه الأورام اهتمامي اهتمام فوق عادي -

وأول كل شيء أنها بكل ما يرجح ستتيح دراسة تمايز الخلايا في نفس الوقت في أدوات المعمل الزجاجية وفي الكائن الحي - أي في أحد الأجنة. وثانياً، فإنها ستجعل في الإمكان دراسة فرض ظلت أفكر فيه زمناً طويلاً: وهو أن هناك علاقة وثيقة بين الأجنة وحالات السرطان. وكان هذا هو التفسير الوحيد الذي يمكن لي أن أجده لحقيقة أنه كثيراً ما نجد أن الجزيئات والبروتينات التي تظهر في حالات السرطان لا تظهر في الكائنات البالغة. ولما كان من غير الممكن أن تهبط هذه الجزيئات من السماء هكذا، فلا بد من أنها قد أتت من جينات يعبر عنها عند مراحل معينة من تنامي الجنين، وليس في البالغين. وتكوين الورم له غالباً مفعوله في تعطيل منظومات معينة للتنظيم تعمل في تنامي الجنين وربما كانت التيراتوما أو السرطان المسخي عند الفأر ستتيح لنا أن نستخرج هذه العلاقة.

وإذن فسيكون حيواننا هو الفأر - خلاياه وأجنته - اتخذت القرارات لذلك في نهاية الستينيات، وكان مازال على أن أنتظر اكتمال مبنى البيولوجيا الجزيئية في معهد باستير. وبالإضافة، كان يجب الوفاء بشرطين لنجعل الخطة تستمر. الأول، أن يجعل مبنى المستقبل مهياً أمثل التهيؤ للعمل على الفئران. كان من المقرر أن يكون المبنى من أجل فرق البيولوجيا الجزيئية، بما يعنى الفرق العاملة أندريه لوف وجاك مونو وإي. وحتى ذلك الوقت كان كل هؤلاء الأفراد يعملون على البكتريا. وفيما عدا مجموعة كانت قد بدأت تدرس فيروس البوليوما(\*) وتكاثره في الخلايا الحيوانية، لم يكن أحد قد تحدث بعد عن الانتقال من البكتريا إلى كائن أكثر تركيباً، على أننا بقدر ما استطعنا إدراكه، رأينا أن البحث على الفئران سوف يتطلب أن يزيد عددها عن كمية حرجة معينة. وبدأت بهذا الهدف أروج دعاية صغيرة في صف الفئران، وحافزي الخفى هو أن أقنع عدداً كافياً من المجموعات الأخرى بإنشاء نوع من معهد فئران مصغر في المبنى الجديد.

تحدثت عن هذه الخطط مرات عديدة مع جاك مونو، لم يكن بعد قد أصبح مديراً لمعهد باستير، ولكن كان من الواضح للكل أنه سيكون هو المدير. والحقيقة أن تعيينه

---

(\*) البوليوما فيروس صغير من (دنا) يسبب أوراما في الفئران. (المترجم)

كان قد تأخر شهوراً عديدة لسبب مدهش: هو معارضة من الرئيس بومبيدو. كان مونو ليلة منحه جائزة نوبل(\*) قد أجرى لقاء مع جين دانييل من مجلة لي نوفيل أوبزرفاتور. وانتقد فيه السياسة العلمية للحكومة التي يرأسها جورج بومبيدو، وذكر فيه أن بومبيدو لا يهتم بالعلم. وبومبيدو مثله مثل كل رؤساء الجمهورية، كان له ذاكرة الفيل وحقد (الخرتيت) ولم يغفر لجاك تعليقه. وظل لشهور عديدة يعارض تعيينه مديراً. كان هذا رد فعل يثير الدهشة أولاً، لأنه حسب القانون ليس لرئيس الجمهورية أى علاقة بتعيين مدير المعهد. وكان أيضاً يثير الدهشة لأن ذاكرة بومبيدو كانت انتقائية- فقد نسي ما قاله ديجول ذات مرة. فقد طرح أحد الوزراء أثناء اجتماع مجلس الوزراء صنع بعض التغييرات في كولييج دي فرانس(\*) وأثار هذا الاقتراح التعليق التالي من الجنرال: هناك ثلاثة أشياء في فرنسا لا تنتهك حرمتها: الكولييج دي فرانس، ومعهد باسيتر، وبرج إيفل.

لم يكن مونو جد متحمس لما يتوقع من تحولى من البكتريا إلى الفئران. كان يعتقد، وله أسبابه القوية، أنه مازال علينا القيام بأعمال كثيرة لنحوز فهما أفضل لوظائف الخلية البكتيرية ووراثياتها. وكان يعتقد أن من العار أن نشئت بغلظة فرق العمل التي اشتركت معاً في العمل بأقصى فعالية. فكان يضيف، وهو يتحدث دائماً في نقطته مباشرة: إنك ستضعف من المجموعات القديمة ثم تجد نفسك معزولاً في عالم لا تعرف عنه إلا القليل- أو ربما لا تعرف عنه أى شيء. وأخيراً بعد مناقشات عديدة اقتنع بأنه من المعقول إلى حد ما أن نبدأ العمل على المنظومات التي تنظم العمل في الكائنات العليا، وبالذات في الفئران.

بقيت هناك قضية مهمة سيتم حلها بمجرد أن يصبح جاك مونو مديراً لمعهد باستير. إنها غرفة الحيوانات. كان معهد باستير في ذلك الوقت ضعيفاً جداً في هذا الجانب: مساحة أصغر مما ينبغي، ومعدات سيئة. وقد وضع مشروع للمستقبل بإنشاء حجرة حيوانات كبيرة في بدزوم مبنى البيولوجيا الذي كان تحت الإنشاء. وكان السؤال هو أى الحيوانات ستوضع هناك؟ وكان في ذهني أن إجراء أبحاث على الفأر سوف يتطلب الحفاظ على خطوط سلالات عديدة من الفئران بالاستيلاد الداخلي، وعزل ورعاية الطافرات، ورسم خريطة الطفرات على الكروموزومات بتهجين حيوانات كثيرة، وإنتاج

---

(\*) اشترك فرانسوا جاكوب وأندريه لوف وجاك مونو في جائزة نوبل ١٩٦٥ للفيزيولوجيا أو الطب لأبحاثهم في الوراثة، وخاصة نظرية الأوبيرون لتنظيم عمل الجينات.

(\*) كولييج دي فرانس مؤسسة علمية أنشئت أولاً كجامعة، ثم تحولت إلى مؤسسة يلقى فيها أعظم علماء فرنسا محاضرات دورية للجمهور، ولا يسمح لأن يحاضر فيها إلا لمن يعترف لهم بعلو شأنهم علمياً. (المترجم)

الأجنة بمعدل ثابت. وباختصار، سيكون من الضروري الحفاظ على عشائر من عشرات عديدة من آلاف الحيوانات وفي ذلك الوقت كان المستخدمون الأساسيون للحيوانات في المهد هم علماء الصناعة الذين يفضلون العمل بالأرانب، وعلماء المناعة للأجسام المضادة وبنيتها، وطبيعي أنهم كانوا يرغبون في أن يملأوا حجرة الحيوانات في معمل البيولوجيا الجزيئية بأرانبهم. وهكذا كنا مختلفين. أرانب! فئران! كم من كل؟ كان جاك أورين مصممًا على إبقاء كل أرانب المعهد هناك. أما أنا فكنت أريد إبقاء جيش من الفئران هناك. وتناقشنا كثيراً حول الأمر- مع بضع كلمات غاضبة.

كنا محظوظين جداً لأن أبحاث أودين أقنعتنا بأن الجينات لها دور مباشر في تخليق الأجسام المضادة ولما لم يكن هناك وقتها دراسات وراثية للأرانب، فإنه سلم تدريجياً بأن الفئران قد تكون أفضل من الأرانب في أبحاث الوراثة وفي النهاية، كان مونو قد أصبح وقتها مديراً للمعهد، فأصدر قراره في صف الفئران ووظف طبيباً بيطرياً شاباً من هيئة الطاقة الذرية الفرنسية لإدارة حجرة الحيوانات واسمه جان-لويس جينيه. وكان جينيه غاية في النشاط وكذلك أيضاً غاية في الاهتمام بوراثة الفأر، فحول غرفته للحيوانات إلى أداة عمل رائعة.

بقيت صعوبة واحدة أخيرة. وافق كل واحد في مجموعتنا التي كانت متخصصة في التحليل الوراثة للبكتريا على أن يقفز واثباً لدراسة أجنة الفئران، ولكن لم يكن من بينهم أي واحد له أي خبرة في علم الأجنة ولا في الفئران. كنا كلنا في حاجة للتلمذ على أحد، كوندا بالتالي رحل اثنان منا في مهام لما بعد الدكتوراه، وهما شارلز بابينيت وهيوبرت ميني - وهما باحثان عملا معي زمنا طويلا- فذهب واحد منهما إلى إنجلترا والآخر إلى الولايات المتحدة- لقضاء مهمتهما في معامل تخصصت في الأبحاث على تنامي جنين الفأر. كما كان هناك تلميذ سابق لرينيه ديبوس يدرس في نيويورك وهو روبرت فوف، فعاد إلى باريس ليشركنا في خبرته في استزراع الفئران وفيزيولوجيتها الباثولوجية.

تكون بهذه الطريقة فريق جديد شيئاً فشيئاً. وعندما أصبح المبنى الجديد جاهزاً في يناير ١٩٧٢ كرس كل أعضاء المجموعة أنفسهم لدراسة الأورام المسخية وأجنة الفئران وقد اتخذ كل منهم قراره وحده. كانت هناك حياة جديدة تبدأ، وكانت تتخذ لنفسها شكلاً في نفس اللحظة التي كانت الهندسة الوراثية عندها تحدث تحولاً في دراسة الكائنات العليا، وأدى هذا إلى أن يقلب فكرتنا عن عالم الأحياء رأساً على عقب.



## المجموعة الإنشائية

يشغل ديدالوس مرتبة خاصة بين أبطال الأساطير الإغريقية، كان في نفس الوقت حداداً، ومعمارياً، ونحاتاً، ومهندساً، فهو يعرف طريقة تشغيل الحديد مثل الخشب، وكان ينحدر من بيت أثينا الملكي، وقد منحته أثينا بنفسها موهبته، وزعم لنفسه عدداً من المخترعات، على أن أفراداً كثيرين في أثينا فندوا مزاعمه، وكان لديدالوس صبي في ورشته، طالوس الذي كان أيضاً ابن أخيه، وعلى الرغم من أن طالوس كان فقط في الثانية عشرة، إلا إنه قد تفوق فعلاً على استاذة في قدرته على الاختراع والإبداع. وذات يوم عثر طالوس على فك حية وأدرك أنه يمكنه استخدام نفس المبدأ في أداة لقطع الأشياء، وصاغ نوعاً من نصل بأسنان حديدية وبالتالي فقد اخترع المنشار، وهذا الاختراع هو أو غيره مثل دولاب الخزاف والفرجار لرسم الدوائر، قد كفل لطالوس شهرة استثنائية رغم صغر سنه، إلا أن ديدالوس رغم أنه هو الذي شكل أول منشار، سرعان ما أقعته الغيرة وذات يوم أخذ ديدالوس طالوس إلى سقف معبد بحجة أن يبين لابن أخيه بعض تفصيل معماري، ودفعه لأسفل وعندما اتهم ديدالوس بارتكاب جريمة قتل اضطر إلى الفرار، والتجأ إلى كريت.

كان شعب نوسوس(\*) لا يعرف عن ديدالوس إلا ذكاءه وقدراته الخارقة كحرفي، وبالتالي فقد رحب به الملك مينوس بأذرع مفتوحة ووفر له الوسائل لتنمية مواهبه ومن عجب أن ديدالوس لم يستخدم قط مهاراته في خدمة أي أيديولوجية أو طموح شخصيين، وبدلاً من ذلك كان يساعد الآخرين على تنفيذ خططهم الطائشة. وكان هذا ما حدث ذات يوم عندما ذهبت باسيفي زوجة ملك مينوس إلى ديدالوس تطلب منه العون، كانت قد وقعت بجنون في غرام ثور أبيض رائع أرسله بوسيدون(\*) إلى مينوس كطريقة للانتقام منه لأنه قد انتهك قسماً، وتوسلت باسيفي إلى ديدالوس أن يوفر لها الوسيلة لإشباع هواها. فصنع لها في الثور بقرة خشبية جوفاء، وغطاها بجلد بقرة حقيقية. ثم شرح لباسيفي طريقة استخدامها: فعليها أن تفتح الباب المخبأ في ظهر البقرة، وأن تزحف إلى داخلها، وتنزل ساقها في ساق البقرة الخلفيتين، وبعدها تسلل ديدالوس منسحباً. واتبعت باسيفي تعليماته. وفي التوا عتلى ثورها الحبيب البقرة وقد تملكته الشهوة، وحدث بعدها بشهور معودة، بما يتفق مع علم وراثيات ذلك

(\*) نوسوس Knossos مدينة أثرية في شمال كريت، وعاصمة للحضارة المينوية القديمة. (المترجم)

(\*) بوسيدون إله البحر في الأساطير الإغريقية. (المترجم)



الوقت أن ولدت باسيفى الميناتور، مخلوق له جسم إنسان ورأس ثور، ولا يأكل إلا اللحم البشرى.

كان على ديدالوس بعدها أن ينصاع لمطالب مينوس، ثار غضب مينوس لخيانة زوجته، فجعل ديدالوس يبني سجنًا تتصل أبهاؤه فى شبكة جد معقدة، بحيث أنه ما إن يدخل فيه أحد، حتى لا يتمكن قط من أن يجد مخرجاً له. وحبس الميناتور فى هذه المتاهة. وفى كل سنة كان ديدالوس الذى كلف بإطعامه، يحضر له سبعة صبيان وسبع فتيات تمد بهم مدينة أثينا.

صمم ثيسسيوس على قتل الميناتور حتى يحرر مدينته من هذه الجزية البشرية الرهيبة، وهكذا فإنه انضم ذات يوم بطريقة خرافية إلى فتيان أثينا الذين سيسلمون إلى الوحش، ولحسن حظ ثيسسيوس أن رآته أريادن (ابنة مينوس وباسيفى) ووقعت فى غرامه. واتصلت بديدالوس وتوسلت له أن يساعد ثيسسيوس على أن يجد مخرجاً له من المتاهة. واندفع المعمارى إلى العمل فى طرفة عين. وأعطى أريادن كرة من الدوبارة وأخبرها بطريقة استخدامها. كان عليها أن تبقى عند الباب وتمسك بأحد طرفى الدوبارة بينما يمسك ثيسسيوس بالطرف الآخر وهو يتقدم، وقتل ثيسسيوس الميناتور وتمكن مسترشداً بالدوبارة من أن يخرج من المتاهة بسهولة. ثار غضب مينوس على ديدالوس، فحبسه فى المتاهة مع ابنه إيكاروس، ونحن نعرف جميعاً نهاية القصة: أنشأ ديدالوس لهروبهم أجنحة من ريش الطيور ثبتها هو وابنه إلى أكتافهما بالشمع، وعلى الرغم من تحذيره لإيكاروس بأن يطير منخفضاً، إلا أن إيكاروس أسكرته الكبرياء والقوة والسرعة» وانتشى بالهواء والشمس، فطار عالياً أكثر مما ينبغى، وهوى ليغرق أمام ناظرى أبيه، الذى كان فى هذه المرة عاجزاً عن فعل أى شىء.

لم يكن ديدالوس أبداً شخصية محورية فى الأساطير الإغريقية. إلا أن دوره كان دائماً حاسماً، كان يجسد المهارات اللازمة للتحكم فى العالم. وكانت لديه إجابة عن كل الأسئلة العملية. ذات مرة طلب منه أحد الاصدقاء أن يحل مشكلة صعبة: كيف يمرر خيطاً من خلال محارة قوقع، وفى التوفكر ديدالوس فى أحد الحلول، فربط خيطاً دقيقاً بنملة، ثم ثقب خرماً فى قمه محارة القوقع ولطخ حروفه بالعسل، وفى الحال انطلقت النملة بكل سرعة بطول حلزون المحارة، لتلتهم العسل وهى تخرج من الثقب.

كان ديدالوس فنياً تقنياً رائعاً، ولكنه لم يزد أبداً عن أن يكون تقنياً يستخدم مهاراته لخدمة أسياده، ولم يلتمس أبداً السلطة لنفسه، ولم يحاول قط أن يشبع أى طموح أو هوى شخصيين.

وبخلاف الأبطال الذين أُغرى بخدمتهم، والذين لا يتوقفون عن أى شيء لمتابعة أهدافهم، كان ديدالوس نفسه يحترم دائماً الحدود الراسخة للنظام والقانون. ولم يحدث له قط أن جرفه ما كان الإغريق يسمونه «عجرفة».

العجرفة كبرياء مبالغ فيها تجلب اضطراب النظام، الحماسة المسعورة التى تولد المشاجرات والبلبل. وكما يقول جين بيرفيرنان<sup>(١)</sup>، فإن العجرفة تؤدى بالبشر الى استثارة الآلهة، وأن يضعوا أنفسهم فوق قوانين البشر، فالعجرفة مثلاً، هى التى دفعت بروميثيوس إلى تحدى زيوس. كان بروميثيوس يلتمس القوة من خلال المعرفة، وحتى يصل الى هدفه، كانت أى خطة فى سبيل ذلك تعد صالحة، ولم يكن هذا حال ديدالوس. كان ديدالوس يتخيل نفسه مهندساً - أحسن المهندسين - وحتى يحتفظ بهذا التميز لم يكن ليتردد فى أن يقتل من يدرك أنه ينافسه. ولكن ديدالوس لم يقتل طالوس كنتيجة للعجرفة، فجريمة قتل طالوس كانت عملاً من غيرة دنيئة أصابت رجلاً يريد أن يسرق اكتشاف رجل آخر، خائن يهاجم من الخلف لجبنه لم يدفعه إلى هذا التصرف أى تحدٍ للآلهة، أو انتهاك القانون الإلهي، أو محاولة لهز ما توطد من نظام أو قواعد أو قيم.

وعلى الرغم من أن ديدالوس لم يفقد رشده قط، وأنه كان يحترم الأوامر الأخلاقية والدينية التى يحكم بها الآلهة حياة الناس، إلا أنه كان يضع نفسه بالكامل تحت تصرف الآخرين. كانت مهاراته تتيح لساتته أن يطلقوا لأنفسهم عنان عجرفتهم هم وهكذا وعن طرق ديدالوس وحرفيته أمكن لبا سيفى ومينوس وثيسيوس - بل وحتى إيكاروس أن يكرسوا أنفسهم لطموحاتهم المتهورة وأن يتبعوا هواهم لاقصى حد وبهذا المعنى فإن ديدالوس يرمز لأحد شرور عصرنا التقنى الذى يخلق عالياً ويستخدم موهبته لخدمة أى أيديولوجية بدون أن تشغل باله بمحتواها أو قيمتها، فديدالوس كان مثلاً "للعلم بلا ضمير".

العجرفة شر عند الإغريق، فالعالم الذى يكرس العجرفة عالم مقلوب رأساً على عقب وقابل للخلل، عالم حيث القوة وحدها هى التى تملئ القانون وحيث ينبذ الناس للألم والتعاسة. ولعل كلمة العجرفة، بمعناها الإغريقى القديم، هى حسب قول لويترس توماس الكلمة التى تفسر أفضل تفسير الخوف والتوجس الذين ظلا لبعض السنين من الأمور الظاهرة فى فكرة الجمهور عن العلم والعلماء فالعجرفة لا تقتصر على أن تشير لما يرى الكثيرون أنه تطفل غير محتمل من العلماء. وإنما تشمل أيضاً كل نتاج العلم والتكنولوجيا الذى يهدد مستقبل الكوكب وسكانه فى نهاية هذا القرن: الطاقة الذرية

(القنابل والقوة النووية معاً) والتجاوزات الصناعية بما فى ذلك التلوث، وظاهرة بيت النباتات «الصوبة» والأخطار الناشئة عن استكشاف البترول تحت البحر - وباختصار كل ما نرى أنه مسئول عن إتلاف عالمنا.

ظل استنكار الجمهور يتركز لسنين كثيرة على الفيزياء والتكنولوجيات المرتبطة بها ونجت البيولوجيا من هذا المصير، باعتبارها القاطرة الإضافية للطب إن لم تكن محرّكة. فالبيولوجيا قد ساهمت فى مجهودات البشر المتصلة لقهر المرض والألم والمعاناة. على أنه حدث فى السنوات الأخيرة أن أخذت البيولوجيا أيضاً تتلقى نصيبها من الاتهام. فالرأى العام يهاجم بشدة كل ما يرى أن له مسئولية فى إتلاف العالم وكل ما يحكم بأنه ينبثق عن عجرفة العلماء السخيفة، وسنجد أنه يوجد فى نفس السلة لتسويق ما يبعث الزرابة أخلاط من المخاوف، بعضها واقعى وبعضها وهمى: التحكم الكيمائى فى سلوك الإنسان، زرع شتى الأعضاء، وفرط الزيادة السكانية فى الكرة الأرضية، واستنساخ البشر (إنتاج آلاف من النسخ لشخص واحد من نتفة من جلده)، وأطفال أنابيب الاختبار، ثم على وجه الخصوص المعالجة الوراثية وخلق المسوخ. بل إن مجرد التفكير فى أننا يمكننا أخذ جينات من أحد الكائنات الحية وإيلاجها فى كائن آخر أمر لا يتحمله الكثيرون وترتبط فكرة (دنا) المؤلف بما هو غامض وفائق للطبيعى. إنها تضرم من جديد الرعب المصاحب للمعانى الخفية للمسوخ، والاشمئزاز الذى ينشأ بسبب فكرة دمج كائنين اثنين معاً فى تحدٍ للطبيعة.

منذ حوالى عشرين عاما كتبت العناوين الرئيسية فى الصحف عن آخر معجزة للعلم لتعلنها لعالم استحوذ عليه فى التوا الإعجاب والحذر. إنتاج طفل فى المعمل. فقد نجحت مجموعة من الأطباء فى انجلترا فى تكوين، طفل تم الحمل به منذ تسعة شهور ليس بالطريقة التقليدية وإنما فى أنبوبة اختبار وسرعان ما وعدتنا الصحافة العالمية بأن هذا الحدث سوف لا يقتصر على أن يثور البيولوجيا والطب فقط، بل سوف يثور كل المجتمع أيضاً ظل الناس لآلاف السنين يلتمسون المتعة بدون حمل. وسيكون من الممكن على الأقل أن نحوز أطفالاً بدون متعة!

تناولت وسائل الإعلام هذه الأخبار كمأثرة غير مسبوقه فى علوم الحياة إلا أن الجديد فيها يكون وحسب من أنها نقلت للبشر نتائج تجارب أجريت على الفئران منذ خمس عشرة سنة خلت، والفئران هى حيوان التجارب الأقرب للإنسان، وقد تعلمنا باستخدام الفئران أن نجمع الحيوانات المنوية والبويضات وأن نضمها معاً فى أنابيب الاختبار ليتحد أحدها بالآخر، ثم نفرس الأجنة التى تخلق هكذا فى أمهات بديلة من

الفئران، ونجمد الأجنة ، وتعلمنا أن نذيب تجمدها ونعيد غرسها بعد ذلك بسنوات، منتجين خليط من الأجيال وباختصار، فقد سيطرنا سيطرة كاملة على طريقة ابتداء تنامي الجنين.

يتميز البحث الأساسي عن البحث التطبيقي بأننا في النوع الأخير نعرف ما سنجده، بينما في النوع الأول ليس لدينا أى فكرة مطلقاً عما سنجده وإذا كان البحث التطبيقي يحاول أن يضبط التفاصيل تضبيطاً دقيقاً، وأن يصل بتنفيذ خطة معينة إلى نهايتها، فإن البحث الأساسي يهدف للوصول الى الفهم الأساسي. وفي حالة اطفال أنابيب الاختبار كانت المشكلة الجوهرية هي أن نرسي ما تكونه الظروف الملائمة، في حالة امرأة، حتى ننقل المعرفة التي اكتسبناها من الأبحاث على الفئران. فكان ينبغي استنباط بروتوكولات لجمع البويضات وجرعات الهرمونات اللازمة للحصول على النتيجة المطلوبة. ولا يقتصر الأمر هنا على أننا نعرف الهدف، بل إننا يمكننا أيضاً أن نتنبأ بدقة بالتطورات، والآثار الجانبية، والتطبيقات الممكنة، تجميد الأجنة واعادة غرسها في أمهات بديلة، إنتاج أطفال من منى واهبين متوفين، تحقيق الرغبة في الأطفال عند نساء أو زواج لا يمكنهم أن يحوزوا أطفالاً بغير ذلك، الاتجار بالأجنة، خلط الأجيال بحيث يمكن لحفيد أخ أن يخصب جدة جدة عمته، وهلم جرا، حضرت في أوائل السبعينيات مؤتمراً عن تكاثر الفئران. وأخذ المشتركون في المؤتمر يتناقشون في المساء بعد العشاء، مناقشات تدور في مجالات حرة، يخمنون فيها بشأن ما سيطبق على البشر من تكتيكات الخصوبة في زجاج المعمل وهي تكتيكات قد تمت السيطرة عليها بالفعل بالنسبة للفئران. كما أنهم أيضاً أخذوا يتخيلون المواقف والاهام التي ستثور قطعاً بسبب إخصاب البشر في زجاج المعمل.

كانت صيحات الكورس الذي حياً أول طفل للأنابيب صيحات متفاوتة، على أننا عندما ننظر في الأمر نظرة كلية، نجد أنه لم يتطلب سوى تعديل بسيط في العملية المضادة، تغير صغير جداً في أول سلسلة من التفاعلات التي تحدث بمئات الآلاف في تنامي الجنين، كان التغير الوحيد هو في المكان الذي يلتقى فيه عادة الحيوان المنوي والبويضة - فهو في وعاء من البلاستيك بدلاً من أنبوبة فالوبيان(\*) . ولكن التقدم بالطبع لا يتوقف، وهكذا دارت الأحاديث بالفعل عن تمديد مرحلة أنبوبة الاختبار الى المراحل التي تلي الإخصاب بل ومما يتنبأ به انه كما حدث في رؤية «الدوس هكسلي»(\*) "عالم

---

(\*) أنبوبة فالوبيان أنبوبة تخرج من كل جانب من جانبي الرحم ويتم فيها لقاء البويضة بالحيوان المنوي لإخصابها. (المترجم)

(\*) ألدوس هكسلي (١٨٩٤-١٩٦٢) روائي انجليزي روايته هذه من أشهر ما كتبه في الخيال العلمي، حيث يُكوّن البشر صناعياً حسب طائفتهم، وعملهم في المجتمع. (المترجم)



شجاع جديد"، سيتم كل تنامي الجنين-، الشهور التسعة لحياة الجنين - فى مستنبتات للزرع منقاة تنقية متزايدة. ولو أتى ذلك اليوم، فسوف يشعل صيحات جديدة من الحق والإعجاب، ومرة أخرى ستكون القصة كلها فى العناوين الرئيسية وسوف يستقبل بعض العلماء من وظائفهم ليبينوا أن الامور قد جاوزت الحد حقاً، وأنه ينبغي إيقاف هذا البحث الذى يؤدى الى دمار البشرية، وستشكل لجان الأخلاقيات لجاناً فرعية متخصصة. وسوف يناقش البرلمان، كأمر عاجل بدرجة أو أخرى، الحاجة الى إنشاء سلسلة من قوانين جديدة.

إلا أن الأمر الخارق الرائع، فيما يتعلق بمولد أحد الأطفال ليست له أى علاقة بطبيعة الوعاء الذى تحدث فيه أول خطوة، كما أنه لن يكون فى الإمكان تنفيذ كل العملية داخل أنبوبة اختبار. إن مالا يكاد يصدق هو العملية نفسها - فلقاء الحيوان المنوى مع البويضة يطلق سلسلة هائلة من التفاعلات - مئات الآلاف منها، يتبع الواحد منها الآخر - وهى تتداخل وتتقاطع فى شبكة لها تعقد مذهل، وكل هذا يحدث فى سياق الحمل، أياماً كانت ظروف الحبل، لينتج وليداً بشرياً - وليس وليد بطة، أو زرافة، أو فراشة، ومما لا يكاد يصدق، أنه ما إن يتم الإخصاب، حتى تبدأ أول خلية - البويضة المخصبة- فى الانقسام. وتصبح خليتين، ثم أربع، ثم ثمانى، ثم مجموعة صغيرة من الخلايا، وتلتصق المجموعة نفسها ببطانة الرحم، وتنمو، وتنمى، وتكون بعد شهور معدودة وليداً فيه (فى أكثر من خمس وتسعين بالمائة من الحالات) كل ما يحتاجه ليعيش، ولينتقل فى العالم بل وليفكر، هذه هى المعجزة الحقيقية. إنها أكثر الظواهر إذهالاً فى العالم. وهى جد مذهلة بحيث ينبغي لكل العالم أن يدهش لها. فينبغي على الناس أن ينفقوا وقتهم وهم يتساءلون فى عجب عن الميكانيزمات التى فى الأساس من هذه المعجزة.

حسن، فيما عدا ندرة من الخبراء، لن نجد من يكون مهتماً بهذه الظاهرة الخارقة فلا أحد تحدث عنها، وبكل تأكيد لن نتحدث عنها الصحافة، لقد تعودنا أقصى التعود على هذه الظاهرة، وتعودنا أقصى التعود على أن نرى الوليد يظهر بعد تسعة شهور من ممارسة الحب، حتى أننا لا نكاد نسأل أى أسئلة عما يحدث بين هاتين الواقعتين الكبيرتين. فهذه فحسب إحدى حقائق الطبيعة. وهذه هى الطريقة التى تجرى بها الأمور على أن هذه العملية كلها ظلت زمناً طويلاً سر بالكامل. ولم يكد يصبح لدينا أى فكرة عن القوى والآليات التى لها دور فى هذه الظاهرة الا حديثاً جداً. فظهر إلى النور بضع جوانب معينة من هذا السر الأساسى فى السنوات



المعدودة الأخيرة لا غير. وكان هذا التنوير نتيجة لما حدث مؤخراً جداً من تفحص رئيسى لإصلاح طريقتنا فى المنظر إلى بنية ووظيفة الكائنات الحية، ونتيجة لتغير عميق فى تفسيرنا لعالم الأحياء.

هناك مكانة أخرى، لا تقل عن ذلك تنويراً: حكاية السرطان. وأحس الرئيس نيكسون بالغيرة من المكانة التى كان قد وصل إليها الرئيس كنيدي عندما دفع برجل ليهبط فوق القمر، فاستهدف نيكسون فى الستينات تحقيق حلم آخر: هو علاج شاق للسرطان. وأعلن الحرب على السرطان، وقرر أنه مع توفير المواد الكافية يمكن أن نقهر السرطان فى خمس سنوات، ونحن نعرف كيف انتهت هذه الحكاية: فقد أنفقت أموال كثيرة بلا جدوى. فكل ما يتطلب الوصول إلى القمر هو الوسائل والتنظيم والمثابرة. أما السرطان فلم نكن نعرف أيّاً من ميكانزماته الأساسية التى تنسق بين انقسام الخلايا وتمايزها. فكان من المحتم ان تفشل الجهود التى بذلت وقتها. ثم أخذ المنظر العام العلمى يتغير فى أوائل الثمانينات. وبين عشية وضحاها حال نوع الدراسة التى كانت حتى ذلك الوقت تمثل الجانب الفعال فى أبحاث السرطان فأصبحت شيئاً عفيفاً. والآن بعد أن كان مجال البحث فى السرطان مجالاً يتجنب دخوله بحرص كل الطلبة أصحاب القدرات الأكبر، أصبح الآن مجالاً يدخله أسراب من الموهوبين أكبر الموهبة. ففجأة أصبح البحث فى السرطان أحد جوانب البيولوجيا الأكثر إثارة والأكثر وعداً.

ما الذى سبب هذا التغير؟ لاريب أن هذا لم يكن بسبب أى قرار إداري. ولم يكن نتيجة حقن هائل للأموال على طريقة نيكسون. ذلك أن ما حدث هو ببساطة شيء يحدث من أن لآخر فى الأبحاث الأساسية: سلسلة مذهلة من مفاجآت من الواضح أنها لا يمكن قط أن تنتج عن أى تصميم أو خطة، نتجت هذه المفاجآت عن تطبيق الهندسة الوراثية على مسائل علم البيولوجيا الأساسى. فالهندسة الوراثية، وهى نفسها نتاج مفاجأة كبرى فى نهاية الستينيات، أتاحت لنا أن نعزل أحد الجينات من أحد الكائنات الحية لنولجه فى كائن آخر، وأتاحت لنا الحصول على جينات معينة من خلايا سرطان، عندما تحقق فى خلايا طبيعية تجعلها سرطانية، وإذن فإن هذه «جينات سرطان» أو جينات الورم. وهناك جينات أخرى تسمى مضادات جينات الورم، وجد فيما بعد أنها تكبح تأثير جينات الورم. وباختصار، فإن هناك ترسانة وراثية كاملة ترتبط ببطارية من الجينات هي، كما يمكن توقعه، جينات تنظم انقسام الخلايا فى صلة مع تمايزها، وجينات الورم تسبب تكاثر الخلايا، ومضادات جينات الورم تمنع الخلايا من التكاثر. وتحدث حالات السرطان نتيجة وجود جينات الورم بدرجة أكثر مما ينبغى

أو لوجود مضادات جينات الورم بدرجة أقل مما ينبغي. ولأول مرة أصبحت أبحاث السرطان مجال بحث له احترامه. ولأول مرة أمكن لنا أن نبدأ في تمييز الميكانيزمات التي في الأساس من تحول الخلية إلى أن تكون خبيثة ولأول مرة أمكن لنا أن نعلل النفس بإمكان أن تعالج أمر هذه الميكانيزمات، وإن كان هذا مازال أمراً بعيد المنال. وكانت كل أوجه التقدم هذه نتيجة لطريقة جديدة في النظر إلى الخلية ودراساتها، ونتيجة لتغير فهمنا لعالم الأحياء.

نور العلم على وجه الدقة هو أن يوصف العالم - عالم الأحياء وغير الأحياء - وذلك في نطاق قيود معينة: أن نسير عميقاً بقدر الإمكان ما يكون تحت سطح الأشياء ومظهرها، وأن نبذل لأبعد ما يمكن الأوهام التي تفرضها الطبيعة على حواسنا، وأمخاخنا، فحواسنا وأمخاخنا نتاج للتطور. وقد تكيفت للحياة التي يعيشها كل كائن حي. وكمثل فإن التطور قد زود البشر بالوسائل التي تنتج لنا أن نعيش فوق الأرض، وأن ندرك ما في العالم المحيط بنا من أشياء الحياة اليومية الواقعية، وأن نتعامل مع الماضي الذي يمكن تذكره والمستقبل الذي يمكن تخيله.

وحالما نترك العالم الذي يمكننا إدراكه مباشرة، وحالما نهم بعيداً عن الأشياء التي على أرض الواقع، فإن أمخاخنا تفقد القدرة على المتابعة. وهذا هو ما لاحظته الفيزيائيون في سياق هذا القرن، وهم يحاولون تحليل ما هو صغير أدق الصغر وما هو ضخّم أشد الضخامة.

يمكننا القول بأن العالم يعيش في عالَمين، فهناك في جانب الحاكم العادي، العالم العام الذي يشترك فيه مع سائر البشر، وهناك في الجانب الآخر عالم خاص حيث تجرى الأبحاث عالم من الشفف والتضامن واليأس، عالم هو الفردوس والجحيم معاً، وهذان الحاكمان يرتبطان ارتباطاً وثيقاً بدرجة أو أخرى، ويعتمد ذلك على الفرد، ويعتمد على النظام، فالغيرة والتنافس وحاجة المرء للاعتراف بأهميته كلها قوى تشكل جزءاً من العالم العادي ولكنها أيضاً تساعد على دفع اليأس في العالم الخاص، وستجد بما يماثل ذلك أن أحلام وانتصارات العالم الخاص تمتزج بنا في العالم العادي من اكتشافات وجوائز أقل مجداً.

تبنى الفيزياء تمثلاتها وقد أسستها على نظريات وفروض وحسابات. وهذه التمثلات تقارن بدورها مع «الواقع». وقد أدت نظرية الكم ونظرية النسبية إلى استنتاجات تتعارض مع حسنا البدهي للزمان والمكان. وهناك نتائج كثيرة مما نصل إليه بالحساب

تكاد تكون بلا معنى عند ترجمتها إلى اللغة التي نستخدمها في حياتنا اليومية. من ذلك مثلاً فكرت أننا لو سافرنا ما بين المعجزات لزمن طويل وسريع بما يكفي، سنصبح شباباً مرة أخرى. أو فكرة أن الإلكترون يمكن أن يكون في نفس الوقت موجة وجسيماً، وأنه يمكن أن يوجد معاً في نفس الوقت هنا وهناك. أو نجد مرة أخرى عند الطرف الأقصى الآخر، أن كوننا له قطر من حوالى (!) عشرة ملايين سنة ضوئية. وأن هذا الكون نتج عن انفجار كبير تفجرت فجأة أثناءه طاقة شديدة شدة لا نهائية. وأن عالمنا كله أتى إلى الوجود في زمن من أجزاء معدودة من المئة من الثانية. وأن مجرتنا تتحرك بسرعة تبلغ حوالى خمسمائة كيلو متر في الثانية، وقد استمدت كل هذه الأفكار من استدلال رياضي معقد. وليس لها أى معنى إلا بالنسبة للعلماء، الذين لا يجدون بالطبع أى فائدة لترجمة هذه المعادلات إلى لغة الحياة، تتحدى الخيال، وبين الجمهور الذى يلتمس أفراداً استيعاب حقيقة براهينها الرياضية تناقض ما يخبرهم به حسهم البديهي.

ذكر عالم الفيزياء الفلكية سير آرثر إدينجتون<sup>(\*)</sup>(<sup>٢</sup>) وصفاً جد ملائم للثغرة الموجودة بين تمثيل أحد الأشياء كما تبنيه الفيزياء وبين تمثله كما تدركه حواسنا وذلك فى تفسيره لما لديه من طاولتين. فالطاولة الأولى «الطاولة الماكوفة» قطعة من أثاث خشبي، سطح مسطح مركب على أربع سيقان. إنها شيء من أشياء الحياة اليومية، مصنوع من مادة، ويستند إليها إدينجتون ليكتب عليها. والطاولة الثانية «طاولة علمية»، هى فى معظمها فراغ وبها شحنات كهربائية عديدة تندفع فيما حولها بسرعة كبيرة وحتى يكتب إدينجتون فإنه يسند فراغ كوعه العلمى على فراغ طاولته العلمية. وبكلمات أخرى فإن التمثيل الذى تشكله الفيزياء لأحد الأشياء هو بناء نظري وهو نتيجة لفروض تجمعت على مر القرون فعالم الفيزياء عالم من التجريدات، عالم رموز. ولا يعنى هذا أن كل رمز يمثل مقطعاً محدداً بدقة من عالم الحياة اليومية، أو حتى يمثل بعض شيء يمكن لنا تفسيره بلغة من خبرتنا الحسية، لقد وصل الأمر إلى نقطة حيث أصبحت الفيزياء وكأنها تشبه الكتابة بعض الشيء، من حيث أن علامات الكلمة المكتوبة ترمز للشيء الذى تمثله الكلمة.

لم تصل البيولوجيا إلى هذه النقطة. فالبيولوجيا تقبل تصميمات بالغة الكثرة، ولا تقبل إلا نظريات قليلة جداً. وأهم هذه النظريات هى نظرية التطور، لأنها توحد كتلة من

---

(\*) آرثر إدينجتون (١٨٨٢ - ١٩٤٤) عالم فلك بريطاني اشتهر بأبحاثه عن نشأة النجوم وتطورها. (المترجم)

الملاحظات من مجالات مختلفة، لولا هذه النظرية لبقيت هذه الملاحظات منعزلة، وهي مهمة لأنها داخل هذه المجالات تربط كل الأنسقة المتعلقة بالكائنات الحية، ولأنها تجلب النظام لهذه الكائنات ذات التباين الخارق وباختصار لأنها توفر تفسيراً سببياً لعالم الأحياء، بكل ما فيه من تغاير، ومن عجب أن نظريات الفيزياء مثل نظرية النسبية أو الكم الذين لا يفهمهما الجمهور، لا تناقشان ولا يشك فيهما. أما نظرية التطور فأمرها على عكس ذلك فيعتقد كل فرد أنه يفهمها. على أن هذه النظرية هي نظرية خلافية، وإن كانت التحديات ضدها كثيراً ما تتأسس على أسباب لا علاقة لها بالموضوع. إن البيولوجيا ونظرياتها هي أيضاً محاولات لبناء تمثل لموضوعاتها وهو في هذه الحالة الكائنات الحية.

يوجد بالنسبة لعالم البيولوجيا نوعان من الكائنات الحية - نوعان من الكلاب مثلاً الأول «الكلب المألوف» وهو الذى ندله والذى يأتى إلينا عندما نصفر له لنذهب فى نزهة. والثانى هو الكلب البيولوجى وهو نوع من مخلوق تجريدي، يتم تكوينه حسب النظرية السائدة ويتعدل مع تغير النظرية السائدة، وكمثل، فإنه فى بداية هذا القرن كان الكلب البيولوجى أساساً غروانياً، فهو يكون من «نسيطة» (CLONE)، أو مجموعة من خلايا من شتى الأنواع - عضلات وأعصاب وغدد، وما إلى ذلك - كلها ناتجة عن انقسام نفس الخلية الأصلية، أى البويضة المخصبة. وكان ينظر إلى الخلية نفسها على أنها كيس للإنزيمات - حافزات التفاعلات الكيميائية - التى تطفو فى نقطة من «سائل غرواني»، مادة تشبه الجيلي وملئمة لمفعول الإنزيمات، وهناك جينات قد وضعت فوق الكروموزومات، وتحدد خصائص الكائن الحي، بدون أى علاقة لها بالخلايا، وبالتالي كانت دراسات الكلب البيولوجى تجرى فى ميادين كثيرة منفصلة، كثيراً جداً ما لا يتنبه الواحد منها لوجود الآخر. ولم يكن من غير المعتاد أن نجد فى نفس الدور من أحد المباني عالم كيمياء وعالم وراثيات لا يكلم أحدهما الآخر، بل وقد يكون أحياناً باب الواحد منهما ملاصقاً لباب الآخر.

تحول الكلب البيولوجى عند منتصف القرن إلى كلب جزئي. وأخذ علماء الكيمياء الحيوية والوراثيات يعملون معاً فى تعاون وثيق على نفس الكائنات الحية، أبسط الكائنات فى عالم الأحياء: البكتريا والفيروسات. وتغير المنظر العام تغيراً كاملاً فى سنوات معدودة. فالإنزيمات هى بروتينات. وكل بروتين مصنوع من نتاج معين من الأحماض الأمينية. والجينات قطاعات من (دنا) اللولب المزدوج. وكل جين قد صنع من نتاج معين من النيوكليوتيدات. ويحتوى الجين على المعلومات التى تحدد بنية أحد



البروتينات المعينة. وبكلمات أخرى فإن تتابع النيوكليوتيدات فى (دنا) يعين يتابع الأحماض الأمينية للبروتين، ويعين بالتالى بنيته بأبعادها الثلاثية. وتم تفكيك ماكينة صنع البروتين تفكيكاً، كشف عن عملية ذات مرحلتين: استنساخ الجين على (رنا) الرسول، ثم ترجمة (رنا) الرسول إلى سلسلة ببتيدية. ويتعدل التعبير عن الجين بحلقات تنظيمية حيث تعمل جزيئات مختلفة لدعم أو كبح نشاط الجين بطرائق معينة.

تخبرنا البيولوجيا بأن الكلب الحقيقى من كلبنا هو الكلب الجزيئى. أما الكلب المؤلف فهو فقط انعكاس باهت، الجزء الذى يمكن لحواسنا أن ندركه. إننا نستطيع عن طريق الجهاز الحسى الذى أورثه لنا التطور، أن ندرك الرأس والمخالب والأطراف الخلفية فى كلبنا، ولكننا لا نستطيع إدراك مجموعات الخلايا. أو حزم الجزيئات التى تؤكد لنا البيولوجيا أن كلبنا قد صنع منها ولو أردنا أن ندرك فقط بعضاً من هذه الجوانب الأخيرة من الكلب الجزيئى، سنحتاج لنوع آخر من الأجهزة الحسية، أى لمخ آخر وعلى كل، إذا أردنا أن نفهم طريقة عمل كلبنا، ومن أين أتى، وكيف نرعاها عندما يمرض، سيكون علينا أن ننظر إليه باعتباره كلب جزيئى.

وكما ذكرنا، فإن البيولوجيا تغيرت جذرياً فى النصف الثانى من هذا القرن على أن تمثل الكائنات الحية الذى يسود الآن قد تمت صياغته فى مرحلتين، فقد حدث أثناء الخمسينيات أن أدى تحليل عمليات الأيض بالذات إلى سلسلة من النجاحات المذهلة. فقد أصبح من الواضح أن الأطعمة - كالكسكريات مثلاً - تتحلل تحللاً مطرداً فى تفاعل إثر التفاعل، إلى شظايا جزيئية تزداد دائماً فى بساطتها، ونجد فى نفس الوقت أن كل تفاعل يطلق كيميائية يمكن استخدامها للتفاعلات الأخرى. وما أن يتحلل الطعام حتى تصبح شظاياها بدورها مواد لبناء مكونات الخلية. وتتضمن كلا العمليتين سلسلة خطية من التفاعلات، كل خطوة فيها يحفزها إنزيم معين، بما يشبه نوعاً ما إنتاج خط تجميع فى مصنع سيارات مثلاً. ومن هنا كانت فكرة أن الظواهر البيولوجية فى كلبنا البيولوجى تناظر عملية تحولات خطية فى سلسلة طويلة من المراحل المثالية - ويمثل كل إنزيم - أى كل بروتين - بنية لها تتابع فريد من الأحماض الأمينية. ويدين كل بروتين بخصائصه الكيميائية الى موضع تعرف معين يتيح له أن يرتبط بمركب بعينه ليحفز تحوله كيميائياً والآن، فإن تتابع الأحماض الأمينية لأحد البروتينات يكون مشفراً بواسطة تتابع النيوكليوتيدات فى الجين الذى يحدد ذلك البروتين. وبالتالى إذا كان كل بروتين فريداً، فإن كل جين يكون أيضاً فريداً.



وبهذا فإن التطور اتخذ تقريباً شكل عملية خطية متواصلة قد نتجت عن طفرات تغير من خواص البروتينات. ويحايى الانتخاب الطبيعي أفضل ما يتكيف من بين الأشكال الطافرة. أما زيادة التركيب التى تصاحب التطور فهى نتيجة الإضافة الخطية المتواصلة «لدنا» إلى الأطقم الوراثية. وينتج عن ذلك طبقات من التجديدات البيوكيميائية والفيزيولوجية ترسب الواحدة منها فوق الأخرى.

كانت فكرة تركيب عالم الأحياء الذى يمكن تحلله إلى جزئيات خطية وسلاسل خطية من التفاعلات فكرة مرضية للمخ البشرى الذى تعود على أن يتحرك فى زمن متواصل وخطى من الميلاد حتى الموت. إلا أن التواصل أخذ يتشقق فى السبعينيات كما أخذت الخطية فى التكسر. وحدث ذلك بمجرد أن أتاحت الهندسة الوراثية الوصول إلى ما كان قد ظل باقياً خارج متناول التجريب: أى إلى جينات الكائنات العليا. وها هنا بدأ حصاد المفاجآت: خرق لتواصل الجينات، فتحة وجود لعائلات من الجينات - حوالى عشرين إلى ثلاثين - لها بنية جد متشابهة وتوجد فى نفس الكائن الحي، وهناك حفاظ ملحوظ على بنية ووظائف جينات كثيرة خلال التطور كله، لتبقى هذه الجينات متطابقة تقريباً فى معظم الكائنات الحية. ويثبت فى النهاية أن المعمار الداخلى لجينات كثيرة يكون نتيجة لتوليفات بين شظايا قصيرة نسبياً من «دنا» تشفر كل شظية منها لموقف بروتين تحدد بنيته بأبعادها الثلاثية هى وشحنته الكهروستاتيكية قدرته على التعرف على الجزئيات الأخرى والتفاعل معها. وهذه الأفكار كلها يصعب أن تتوافق مع الفهم السابق لبنية ووظيفة الكلب الجزيئى.

وإذا نظرنا الى بنية العالم بالمنظور الجديد فإنها لا تصبح بعد خطة ومتواصلة، وإنما هى على العكس من ذلك غير خطة وغير متواصلة، ولا تصبح. الجينات والبروتينات بعد أشياء فريدة، أو خواص تختص بأحد الأنواع. فالبنية تبدو متشابهة جداً من نوع للآخر. وبالإضافة فإننا نجد داخل النوع الواحد أن بنى على علاقة وثيقة كثيراً ما تتحكم فى وظائف مختلفة جداً. وفوق ذلك هناك مقاطع تشارك فى التتابعات وكثيراً ما تكون متناثرة بين مقاطع لها تتابعات مختلفة فالجينات والبروتينات تتكون فى الغالب كأنواع من الفسيفساء تشكلت من توليف لعناصر معدودة، موتيفات معدودة، كل منها يحمل موضع تعرف، وهذه الموتيفات لها عدد محدد من ألف أو ألفين والطبيعة التوليفية لهذه الموتيفات هى التى تعطى البروتينات تنوعها اللانهائى. فتوليف بعض موتيفات بعينها هو ما يعطى خصائصه المعينة.

والعنصر الأساسي- أى العنصر الذى يسهم مباشرة فى كيمياء الخلية - هو موضع التعرف الموجود فى أحد نطاق البروتين. وبدا فى أول الأمر، أن التعرف الجزيئى يقتصر على التفاعلات بين الإنزيمات ومواد التفاعل أو بين الأنتيجينات والأجسام المضادة. أما الآن، فيُعزى إلى التعرف الجزيئى دور رئيسى فى تفاعلات شتى: تبلمر البروتينات لتكوين بنى مثل البروتينات الموجودة فى العضلات، وهيكـل الخلية، والريبوزومات، وغلاف الفيروسات، وتفاعلات (دنا) - البروتين التى تنظم نشاط الجينات، وتفاعلات المتلقى - الرابط فى سلسلة بأكملها من الظواهر مثل إشارات تنقل المادة الجينية، وتفاعلات الخلية - الخلية، والاتصاق الخلوى، وما إلى ذلك. وهناك عدد من مواضع التعرف الجزيئى ظل باقياً بلا تغير خلال التطور كله بحيث أننا نجد واقعياً نسخاً متطابقة منها فى كائنات حية متباعدة أقصى التباين. أدت هذه التغيرات أيضاً إلى تعديل الطريقة التى يدرك بها العلماء التطور البيوكيميائى. وعندما كان كل جين وبالتالي كل بروتين يعتبر شيئاً فريداً، نتيجة تتابع فريد من النيوكليوتيدات أو الأحماض الأمينية، فإن أى واحد منها لا يمكن أن يكون إلا نتيجة لتخلق جديد - وهذا فرض قليل الاحتمال قلة بالغة إلا أنه أصبح واضحاً أن التطور يجرى بطريقة تختلف تماماً عما كنا نعتقده، ويتضح ذلك من وجود عائلات رئيسية من البروتينات لها بنية متماثلة، ومن تكوين، «فسيفساء» البروتين من موتيفات موجودة فى بروتينات أخرى عديدة، ثم من الحقيقة المدهشة من أن البروتينات ظلت تحتفظ عبر سياق التطور بما لها من موتيفات ومواضع نشاط مخصوصة وذلك على الرغم من التنوع المورفولوجى الهائل. والحقيقة أنه يبدو أن التطور البيوكيميائى يعمل بما يتفق مع مبدئين: الأول تخليق جزيئات جديدة، والثانى، انتقاؤها.

لا ينبثق الجانب الخلاق من التطور البيوكيميائى من لاشيء. فهو يتألف من صنع شيء جديد ناتج عن شيء قديم: وهذا ما أسميته فى مكان آخر بأنه «السمكرة الجزيئية»<sup>(٤)</sup> ولابد وأن أول الجينات الأولى قد تشكلت من تتابعات قصيرة من ثلاثين إلى أربعين النيوكليوتيدات. ثم نمت هذه المقاطع، إما بأن يلتصق أحدها بالآخر أو بأن تتضاعف مرة، أو عدة مرات. والحقيقة أننا نجد فى جينات كثيرة أثراً من تضاعف واحد أو اثنين أو ثلاثة متتالية أو حتى أكثر من ذلك، يتبعها تنوع مهم بدرجة أو أخرى. ويبدو أن تضاعف مقاطع من (دنا) أو تضاعف جينات بأكملها هو أحد الأساليب الرئيسية للسمكرة الجزيئية. وقد تكون العديد من عائلات الجينات عن طريق التضاعف المتتابع، مثل جينات الهيبيوجلوبين، والكثير من العوامل المنتظمة أو جينات عائلة الجلوبيولين المناعى، التى تؤدي وظائف لها علاقة بالتنظيم، مثل التعرف على الأنتيجين، والاتصاق الخلية، والإرشاد الأكسونى.

هناك وسيلة أخرى لصنع الجينات، وهي إعادة تنظيم الشظايا الموجودة لتصنع جينات فسيفسائية. وتتضمن هذه العملية أيضاً عنصراً من الانتخاب. وكانت المفاجأة الكبرى هي اكتشاف استمرار - أو ما يكاد يكون ثابتاً - في موتيفات تعرف خاصة في البروتينات خلال كل التطور، رغم ما يوجد من تنوع هائل في الأنواع. ويفسر هذا الاستمرار بما يوجد من قيود قوية على مواضع التعرف، التي هي أساس كل التفاعلات الجزيئية وبالتالي أساس كل نشاط كيميائي في الخلية. وتفسير الحاجة إلى الحفاظ على خصوصية التفاعلات الجزيئية ما يوجد عبر التطور من قصور ذاتي للبنى موضع الدراسة. وينطبق هذا القصور الذاتي أيضاً على مقاطع الجين التي تحدد موضوع التعرف (أي المقاطع المشفرة التي تسمى «الإكسونات»، وهو لا ينطبق على الفقرات اللامشفرة في الجين، أو «الإنترونات» كما أنه لا ينطبق على أي مقطع يكون تالياً لأحد الإكسونات، أي على طبيعة القطع الملاصق للإكسون موضع البحث. وبالتالي فإنه يمكن أن يتم بلا قيد تبادل الانترونات والمقاطع المجاورة من (دنا) وتكون النتيجة نوعاً ثانياً من السمكة الجزيئية: مضاهاة مقاطع من (دنا) - من الإكسونات - لتصنع بروتينات فسيفسائية.

هنا نحن إذن نجد مرة أخرى منظومة توليفية تكون من عدد محدود من العناصر ينتج عنها تنوع هائل في البنى التي تشكل المكونات الرئيسية للخلية. فالتطور البيوكيميائي لا يعتمد على الطفرات إلا بصفة ثانوية، بعكس ما كان يعتقد لزمن طويل، وهو فوق كل شيء ينتج عن تضاعف تعرف معينة. وسنجد بأن فقرات (دنا) التي تشفر لمواضع التعرف هذه، يكون حولها فقرات أخرى من (دنا) تتبادل مواقعها بلا قيود تقريباً، في نوع من رقص الباليه. وسنجد في هذه الظروف أن البنى الأساسية أو مواضع التعرف تعاود الظهور في كل الكائنات الحية، ولكنها من حيث سياقاتها كثيراً ما تختلف. وعالم الأحياء كله يبدو وكأنه بعض نوع من مجموعة إنشاء هائلة. ويمكن تفكيك الأجزاء لتجمع معاً مرة أخرى بطرائق مختلفة، لينتج عنها أشكال مختلفة. ولكن يظل هناك في الأساس حفاظ دائم على نفس الأجزاء.

تسهل البنية الفسيفسائية للجينات والبروتينات تعدد التفاعلات. ويضيف إلى هذه الإمكانيات تكوين بروتينات مركبة يمكن أن تكون هائلة الضخامة، وتستخدم تركيبات معينة لتنفيذ عمليات خلوية أساسية معينة تتألف من تفاعلات وتفاعلات بينية عديدة. ويصدق هذا خاصة على عمليات لها دورها في انقسام الخلية أو تفاعلات الخلية - الخلية أو أطوار معينة من التكوين المورفولوجي. وترتبط جينات المجموعة الموجهة لهذه

العمليات بواسطة عمليات التعرف الخلوى التى تبقى على منتجاتها مترابطة ترابطاً وثيقاً الواحد مع الآخر. ومجموعة الجينات التى تتحكم فى انقسام الخلية تكون فى الخميرة هى نفسها فى البشر. وقد احتفظت هذه الجينات بوظيفتها وبجزء كبير من بنيتها كما هما خلال كل سياق التطور الذى يرجع وراء الى زمن اطول من خمسمائة مليون عام. ويسمى أنطونيو جراثيا - بلليو هذه المجموعات من الجينات بأنها «جينوية»<sup>(١)</sup> (syntagms). فهل تعمل كوحدات مستقلة مكلمة تستخدم فى معمار كل الخلايا.

الإشياء بالوحدات المستقلة المكلمة والموجه بمجموعات الجينات له أيضاً دوره الذى يلعبه فى تناسى الجنين فى أنواع كثيرة. ولعلها أن تكون كل الأنواع، ويبدو أن الكائنات الحية، وخاصة الحشرات، تنتمى فى شكل حلقات متكررة، أى أنها تنتمى فى وحدات مستقلة مكلمة متعددة الخلايا، وتكون هذه الوحدات المكلمة أولاً متمثلة، ثم تتمايز بعدها بطريقة معينة تحت تأثير مجموعات من الجينات التنظيمية، مثل جينات تعيين الموضع (هوم). ودور هذه الجينات هو تعديل القواعد التى توجه نشاط الوحدة المكلمة القياسية. فهى تعمل على أن تعين منطقة محددة جيداً وتعطى لكل حلقة هوية خاصة. وكل منطقة أو حلقة من هذه تتعين بتوليفة من جينات (هوم) عديدة تؤدى وظيفتها بالتوازن فى نفس الخلايا. ويحدث مثل ذلك فى التمايز النهائى الذى ينتج أنواع الخلايا المختلفة التى نلاحظها فى الجسم، فيستخدم هذا التمايز النهائى مجموعات من جينات يحتفظ بها لتعمل فى تناغم، حتى تنتج مثلاً خلايا عضلية أو عصبية فى كل الكائنات الحية التى يدرسها البيولوجيون، ابتداءً من الديدان الخيطية حتى البشر.

ها نحن نرى أى فارق كبير يمكن أن تصنعه خمس عشرة أو عشرون سنة فى تمثنا لعالم الأحياء وسكانه. فقد أدى ذلك إلى تحول عميق فى كلبنا الجزيئى. ولعل ما أسهم أكبر الإسهام فى إنهاء بعض أفكارنا القديمة، أو ربما يكون ما أثار أشد الدهشة فى عالم البيولوجيين، هو استمرار بقاء بنى ووظائف جزيئية منذ العصور الكمبرية - أى عبر ما يزيد عن خمسمائة مليون سنة من التطور - وذلك فى مواجهة التنوع فى أشكال وأوجه سلوك العالم الحيوانى وقد بقيت بعض الجينات هى وبروتيناتها سليمة تقريباً لم تمس إلا فى تغيرات دقيقة الصغر لا مفر منها بمرور الزمن. وتكاثرت جينات أخرى بتباينات هينة تتيح لها أن تتخذ وظائف جديدة. وتكسرت

(\*) تشبيه بما يحدث فى نحو اللغة من بناء الجملة بترتيب أو تركيب الكلمات. (المترجم)



جينات أخرى فى شظايا، والتصقت معا شظايا مختلفة فى أصلها لتكون بنى جديدة. وبالإضافة، فإن ثمة وحدات مستقلة مكملّة تشكّل من مجموعات من البروتينات شفر لها فى كتل من الجينات، وتكون هذه الوحدات فى الأساس من عمليات رئيسية فى كل عالم الأحياء.

لم يعد بعد فى إمكاننا أن نعزو - كما فعلنا لزمان طويل - اختلاف الشكل والسلوك بين الأنواع إلى اختلاف فى بنية البروتين. وكان يحدث تحت عنوان ما يسمى بالتركيب الجديد، الذى ظل رائجاً منذ الثلاثينيات والأربعينيات، أن يفسر أصل التنوع البيولوجى بلغة من الطفرات الوراثية. فهذه الطفرات ينتج عنها تباينات فى الإنزيمات تغير مراحل معينة من تنامى الجنين، فتغير بالتالى من شكل وسلوك أحد الأنواع. ويحدث فى العشيرة ذات التعدد البولي مورفى أن يحابى الانتخاب الطبيعى تلك البنى البروتينية، ويحابى بالتالى تلك البنى الوراثية أو الأليلات<sup>(\*)</sup>، التى أتاح التكاثر الأكثر وفرة. وهكذا كان يفسر كل ما يوجد من خصائص خاصة لكل نوع بالرجوع إلى هذه الاختلافات بين الأليلات.

أثارت نظرية «التوازن المتقطع» التى طرحها إردريج وجولد<sup>(5)</sup>، شكوكاً طيلة العشرين سنة الأخيرة أو ما يقرب، فى القدرة الشاملة للانتخاب الطبيعى، وتواصل التطور، ويبدو أن نتائج التحليل الجزيئى تدل على أن تشكّل نوع جديد لا يتطابق مع مجرد إضافة جينات ووظائف جديدة للتنامى النهائى للكائنات الحية الأقدم. والأحرى أن عالم الأحياء يشبه نوعاً من مجموعة إنشائية. فهو نتاج منظومة توليفاتية واسعة حيث يتم تنظيم عناصر ثابتة تقريبا بطرائق مختلفة مقاطع من الجينات أو كتل من الجينات التى تعين الوحدات المستقلة المكملّة للعمليات المركبة. إن التركيب الذى يجلبه التطور ينشأ عن تغييرات جديدة فى ترتيب هذه العناصر، وبكلمات أخرى فإن الأشكال الجديدة - أو أنواع المظهر الجديدة - كثيراً ما تنتج عن توليفات جديدة لنفس العناصر.



---

(\*) الأليل. واحد من أشكال بديلة للجين أو لتتابع من (دنا) يقع فى نفس الموقع على كل من الكروموزمين المتناظرين. (المترجم)



## المراجع

- 1- Jean- Pierre Vernant, Myth and Thought among the Greeks (Paris: Maspero, 1965), p.11.
- 2- Lewis Thomas, The Medusa and the Snail (New York: Viking, 1979), P. 65.
- 3- Arthur Eddington, The Nature of the Physical World (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1953, p. xi.
- 4- François Jacob, Le Jeu des possibles (Paris: Fayard, 1982).
- 5- Niles Eldredge and Stephen Jay Gould, "Punctuated Equilibria: An Alternative to phyletic Gradualism," in Models in Paleobiology, ed. Thomas J. M. Schopf (San Francisco: Freeman, Cooper, 1972), pp 82-115.



## الذات والآخر

ثمة عقرب يخطو في عصبية فوق ضفة نهر، وهو يبحث عن طريقة للوصول الى الضفة الأخرى، وتمر به ضفدعة. ويسأل العقرب. هلا أخذتيني فوق ظهرك لتحمليني عبر النهر؟ وتجيب الضفدعة، «كيف، حتى تتمكن من لدغي، ما أن بمجنونة». ويقول العقرب «وهل هناك حقاً أى سبب لأن ألدغك؟ سوف نفرق عندها سوياً. انظري، سأدفع لك أجراً مجزياً». اقتنعت الضفدعة وأخذت العقرب فوق ظهرها، وأخذت تسبح تجاه ضفة النهر الأخرى. وما أن توغلا لمسافة. فى المياه حتى لدغ العقرب الضفدعة. وتساءل الضفدعة وهى تموت «لماذا فعلت ذلك؟» ويقول العقرب «لأن هذه طبيعتي». ويفرقان سوياً.

هذا العقرب التعس غبى، ومهما كان ما يفكر فيه، إن كان يفكر، وسواء كان يجب أن يكره رفقته من المخلوقات، وسواء كان يضع خططاً أولاً يضع، فإن المجال الذى يناور فيه لا يرقى إلا لبديل واحد: أن يلدغ أو لا يلدغ. وليس عنده خيارات أخرى. ليس لدى القعرب شيء يماثل ما لدينا من «إرادة حرة» فهو نتاج خالص لطبيعة خام.

ولكن دعنا لا نكون جد متسرعين فى إدانة العقرب التعس. فنحن بمقياسنا الخاص وعلى منوالنا الخاص، مقيدون أيضاً بطبيعتنا:

أسمع ضجة مدينة

وسـجـين بلا أفق،

ولا أرى إلا سماء معادية

والجدران العالية لسجني

انقضى النهار، هاك مصباح

يحترق فى السـجن.

إننا جميعا فى هذه الزنزانة

وبهاء الضوء وزينة العقل(\*) (١)

---

(\*) شعر جليوم أبولينير (١٨٨٠-١٩١٩) شاعر فرنسى مهد لظهور السريالية. (المترجم)

هكذا همس أبو لينير، ليزكرنا أن بهاء الضوء فى العالم متبوعاً بزينة العقل يمضيان يداً بيد مع أوجه القصور فى أمخاخنا، وليس لدينا من خيار سوى أن نتقبل هذه القيود، ولكن هذا فقط شرط أن تكون مكانتنا فى عالم الأحياء محددة بوضوح (وهى بالطبع أعلاها). ويجب أن يكون ما يسميه علماء النفس بأن هويتنا أمراً ثابتاً بوضوح فى عالم الأحياء، مثلها فى ذلك مثل هويتنا الاجتماعية أو الأسرية. يشرح الراوى فى إحدى قصص جورج برناردشو(\*) كيف كان له شقيق توأم. وذات مرة وهما رضيعان غرق أحد التوأمين وهما يأخذان حماماً. ويقول الراوى «لم أعرف أبداً أن كان التوأم الذى غرق هو أنا أو شقيقى».

تزعجنا هذه القصة تماماً مثلما تزعجنا رواية فيركور «حيوانات غير طبيعية». وفى هذه الرواية يذهب عالم اثنولوجيا(\*) شاب إلى إفريقيا لدراسة عشيرة لا يستطيع أن يقرر كيف يصنفها، أهى من القرديّة العليا أم البشر. وحتى يعمل على استيضاح القضية يتزوج عالم الاثنولوجيا من أنثى من هذه المجموعة. ويولد لهما طفل. ويقتله عالم الاثنولوجيا. ويحاكم فى لندن. وسيتم حل المشكلة حالما تحكم المحكمة بما إذا كان الموت هنا جريمة قتل أو حادثة صيد وهكذا سوف يقرر القانون ما تكونه الطبيعية.

البيولوجيا مثل أى علم آخر لها دورات مزاجية. فيحدث تبادل بين نوبات من التفاؤل ونوبات من الاكتئاب. تتوافق نوبات التفاؤل مع انبثاق نظرية جديدة، طريقة أصيلة للنظر إلى الكائنات الحية وكيف تقوم بوظائفها، بما يؤدى الى طرائق جديدة لتحليل ظواهر معينة. وتنتج نوبات الاكتئاب من الاحباط من التجارب. عندما يحدث بعد فترة من استكشاف النظرية الجديدة، أن يجد المرء نفسه وهو مازال ثانية إزاء حائط من الطوب. واكب وصول البيولوجيا الجزيئية فترة من تفاؤل حماسى، وكأن كل الأسئلة التى أثرت من قديم الزمن سوف يتم فجأة حلها بسحر اللولب المزدوج. إلا أن التكتيكات التى نجحت مع إيكولاى كانت غير ملائمة للفيول. وبالتالي فقد تبع ذلك فترة اكتئاب. وبدا أن الكائنات العليا ستظل للأبد بعيدة عن تناول الطرائق التى أنجزت العجب فى البكتريا. ومع وصول الهندسة الوراثية، تفتحت فترة جديدة من التفاؤل، وظهر التوقع بأننا قد نتمكن من تحليل الجزيئات بالتفصيل - وخاصة جينات كل الكائنات الحية - وأدى ذلك إلى أن غير تماماً من مفهومنا عن عالم الأحياء، ووضعنا مكانه المفهوم الذى أنشأته البيولوجيا الجزيئية حتى السبعينيات.

---

(\*) جورج برناردشو (١٨٥٦-١٩٥٠) كاتب انجليزى مسرحى ساخر، أيرلندى الأصل. (المترجم)

(\*) الاثنولوجيا علم دراسة الأجناس والسلالات البشرية ومميزاتها والتفرقة بينها. (المترجم)

يشبه تاريخ البيولوجيا بعض الشيء مسيرة طويلة، مشوشة، غير متعمدة في اتجاه المادية، والاختزالية، ووحدة التكوين والوظيفة في عالم الأحياء. ظلت الكائنات الحية زمناً طويلاً وهي مستقلة، وتبدو منعزلة أحدها عن الآخر، فكل كائن بالغ هو نتيجة تخلق معين، وأى تشابه بين الكائنات يرجع فحسب لنزوة من زيوس. ثم حدث في القرنين السابع عشر أن أخذت الدراسات المقارنة للتشريح والفيزيولوجيا تتبن شيئاً فشيئاً وجود تشابهات في التنظيم العضوى والوظيفة داخل مجموعات من الكائنات الحية، على أنه بحلول القرن التاسع عشر ثبت وجود نوعين من العلاقات بين الكائنات الحية. الأولى، علاقات إنشاء البنية، حيث أنه ما إن تمت البرهنة على وجود الخلية، حتى اعتبرنا أن كل كائن حي هو «نسيلة» (clone)، مستعمرة coony من الخلايا، أياً ما كانت وظيفتها - عصبية، وعضلية، وغددية، وما إلى ذلك - كلها مصنوعة من مكونات متشابهة، تصنف تحت عنوان مواد الكريوهيدرات، أو الدهون، أو البروتينات، أو الأحماض النووية.

أما الفئة الثانية فهي علاقات انحدار السلالة، ومعها نظرية التطور التى تتأسس فى أغلبها على العلاقات بين الأشكال، والانتماء لطبقات جيولوجية معينة، وعلى مقارنات تنامى الأجنة، وبدا عالم الأحياء قبل هذا الوقت كمظومة، تنظم من الخارج. والكائنات العضوية، سواء كانت ثنائية منذ تخليقها أو قد تم «كمالها» عن طريق سلسلة من الأحداث المتتابعة، تتكون دائماً من سلسلة متصلة من الأشكال. وتعتبر بنية عالم الأحياء كما نعرفها اليوم عن ضرورة ترانسندنتالية(\*) . ولا يمكن ببساطة التفكير فى أن الكائنات ربما كانت مختلفة عما كانت عليه، أو أن أشكالاً أخرى قد تسكن فوق الأرض. وقد أدى وفود نظرية التطور إلى القضاء على أعلى فكرة من تأسيس مسبق لتناغم يفرض منظومة من العلاقات على الكائنات العضوية.

كانت الفكرة بضرورة أن يكون عالم الأحياء على ما كان عليه تتراجع أمام الاحتمالات من صدف كانت تسود من قبل فى سماء التأملات، كما تسود بشأن الأشياء غير الحية. ولا يقتصر الأمر على أن عالم الأحياء ربما كان يختلف اختلافاً كلياً عما هو عليه الآن، وإنما لعله أيضاً لم يكن له وجود قط. على أن الكائنات الحية أصبحت عناصر فى منظومة واسعة تتضمن الأرض وكل ما تحويه. وبهذا، نجد أن أشكال الكائنات، وخواصها، وما يميزها كلها تخضع للتنظيم الداخلى لهذه المنظومة، لمجموعة التفاعلات التى تنسق أنشطة هذه العناصر.

(\*) كل مذهب يقوم على مبادئ وصور أولية تحكم التجربة. (المترجم)



وجد البشر فجأة في منتصف القرن التاسع عشر أنهم هم أنفسهم جزء متكامل من عالم الأحياء. وعلى الرغم من أنهم صاروا الآن أبناء عمومة صغار للقردة العليا الكبيرة، إلا أنهم ظلوا محتفظون بحس حقيقي بالتفوق على كل الكائنات الأخرى. وليس الأمر فقط أن البشر متفوقون. فهم أيضاً مختلفون، إنهم الغير. بل وحتى في داخل المجتمع البشري، بقي هناك دائماً ملامح من عجرفة معينة بين «مواليد عليّة القوم» وملامح من نزعة عرقية عند أفراد كثيرين. ينحدر الإنس كلهم حسب قصة آدم وحواء من هذين الزوجين. وينبغي أن يكون هذا كافياً، على الأقل في الغرب، لأن يقضى على أي أهمية للذات في أمور الأنساب إلا أن هذا لم يمنع وقوع الامبريالية ولا منع وقوع أو شويتز. على أنه يكفي إجراء حسابات بسيطة معدودة ليظهر لنا أن كل الناس الذي يعيشون الآن فوق الأرض هم تقريباً أبناء عمومة بعيدة، كما بين ذلك على نحو مقنع عالم الوراثة الانجليزي روناالد فيشر<sup>(٢)</sup>، هو وريتشارد دوكنز في وقت أحدث ويقول دوكنز، كثيراً ما نسمع أفراداً يباهون بأنهم على علاقة قرابة بملكة إنجلترا، إلا أن كل واحد له علاقة قرابة بدرجة أو أخرى مع ملكة إنجلترا، وكل واحد في الحقيقة الواقعة على علاقة قرابة بكل واحد آخر. أما ما يميز الأرستقراطيين عن غيرهم فهو أنهم جد مشغولين، بأنسابهم بحيث أنهم يحرصون حرصاً خاصاً على تسجيل تفصيلاتها.

وهذا كله لا علاقة له بالبيولوجيا. وإنما يتعلق بأساسيات علم الحساب. تطرح البيولوجيا فكرتين جديدتين تتجهان الى وجهتين متضاربتين، وبالتالي فهما تشكلان نوعاً من المفارقة. فهناك من ناحية ملايين عديدة من الأنواع ونحن نعتقد أننا لازلنا لا نعرف إلا جزءاً منها. وبالإضافة فإن الأنواع الحية الآن تمثل فقط نسبة بسيطة من الأنواع التي ظهرت ثم اختفت عبر سياق التطور. إلا أن هذا التنوع في الأشكال والسلوك يخفى وراءه وحدة مذهلة في البنى والوظائف. والحقيقة أنه يبدو بالفعل أن كل الأنواع، ابتداءً من أبسطها حتى أكثرها تركيباً، لا تزال تتشابه، وتتقارب أحدها من الآخر بأكثر مما كنا نعتقد أنه أمر ممكن حتى الآن. والأمر وكأن التطور قد استخدم دائماً نفس المواد وإن كان ينظمها في أشكال مختلفة. على أننا نجد أن الأمور كلها عند الكائنات التي تتكاثر جنسياً، قد نظمت بحيث أن كل الأفراد المنتمين للنوع نفسه يختلف أحدهم عن الآخر، فيما عدا التوائم المتطابقة، والأمر وكأن كل المنظومة الوراثية التي تؤدي عملها فوق الأرض قد أقيمت بحيث تنتج دائماً شيئاً مختلفاً. ومن هنا تكون المفارقة: فمن ناحية نجد أن كل ما يبدو جد مختلف هو، عند اعتبار الأمور ككل، جد متشابه، ومن الناحية الأخرى نجد أن كل ما يبدو متشابهاً، هو في الحقيقة مختلف تماماً.

أصبح لدينا فى العشرين سنة الأخيرة سلسلة من الأفكار الجديدة صارت فى الأساس من تحديد درجة القرابة بين الكائنات الحية، وهى قرابة كانت قبل ذلك يشك فيها، وأول هذه الأفكار تتعلق ببنية الجينات ومنتجاتها من البروتينات، والجينات فى الكائنات العليا تتكون بالفعل من شظايا. وعادة ما تكون التتابعات التى تشفر للبروتينات، أو الإكسونات، منتشرة ما بين تتابعات غير مشفرة، أو انترونات، وتتكون البروتينات من نطاقات ولكن هناك دائماً نفس الموتيقات التى تستخدم المرة بعد الأخرى، مع تغيرات هينة. وبالتالي فإن الجينات التى تجدى الآن هى نتيجة منظومة توليفية تعيد تنظيم عدد محدود من الموتيقات، لعله يبلغ الألف أو الألفين وهذه الموتيقات مستمدة هى نفسها من عدد صغير من الوحدات القديمة.

وهناك إسهام ثانى لفكرة حديثة: التطورات المذهلة التى انبثقت فى السنوات المعدودة الأخيرة عن دراسة الأجنة. بقينا لزمان طويل وكل ما نستطيعه هو أن نلاحظ وجود تعاقب من أحداث معقدة يتكشف عنها شيئاً فشيئاً شكل وبنية الجنين. فكنا نرى تشكلاً ثانياً «صفحات» (SHEETS) تنزلق إحداها فوق الأخرى، وتلتف معاً، ثم تنفرد ثانية لتولد أعضاء وتظهر الأنواع التى على صلة قرابة داخل العائلة نفسها أوجه تماثل ملحوظة فى تناميتها، ولكننا عندما نتحرك من شعبة لأخرى نتكشف لنا أنواع أخرى من التنامي. أليس ذلك متوقعاً؟ أليس الحال أن توليداً بنية جد متنوعة كأشكال الحياة نفسها أمر يتطلب عمليات تختلف أبلغ الاختلاف؟ كان إتيين جيوفرى سانت - هيلير هو الوحيد الذى تمكن عند بداية القرن التاسع عشر من إدراك أن هناك تحت تنوع الشكل والتنامي نوعاً من خطة عامة للجسد هى خطة مشتركة عند معظم الأنواع.

لم يعد العلماء عند نهاية القرن الماضى قانعين بأن يلاحظوا فحسب تنامى الجنين. وإنما أرادوا أن يجرؤوا التجارب، مثلاً يفعل علماء الفيزيولوجيا، فأخذوا يقطعون ندفة من أحد الأنسجة، وينزعونها ليزرعوها فى مكان آخر. ليروا ما تنتجه واستخدم كل منهم كائناً حياً أثيراً لديه لإجراء هذه التجارب. فكان هناك من يتعصبون لقنفذ البحر، ومن يتحمسون للصفادع (أو أفضل من ذلك «الإكسينويس» ذات البيض الأكبر)، ومن يتولهون بالكناكيت، ومن يغرمون بالفأر، ولكل من هذه الحيوانات مزاياه. وكل منها يتلاءم بالذات مع تجارب معينة، وليس مع الآخرين. وكل منها مفيد على وجه الخصوص لاستهداف جوانب معينة من التنامي. إلا أن النتائج التى يتم التوصل بها فى أحد الكائنات الحية كانت فى الغالب بلا معنى أو بلا صلة بالنسبة لما يحدث فى كائن آخر. ولم يكن هناك عناصر مشتركة إلا بعض المراحل الحتمية المعينة، مثل

«التمعد»، وهو نوع من الانغماد المبكر يشكل صفحات من خلايا مكسّسة، وهذه مرحلة حاسمة، لأنه يحدث عندها أن يبدأ افتراق الأنواع المختلفة من الخلايا وتبدأ بعض البنى المعينة للفرد الجديد فى اتخاذ شكلها. وقد أدى ذلك إلى أن يقول أحد علماء الأجنة المبرزين بأن أهم حدث فى حياة الفرد ليس بالإخصاب الذى يبدأ به التنامي، وليس بال ميلاد ولا الزواج، وإنما هو التمعّد!

على أنه لا يمكن أن يكون هناك تعمق فى دراسة الجنين بدون التحليل الوراثي، وقد ظلت الدراسات الوراثية لزمن طويل غير موجودة أو غير كافية بالنسبة لقننّف البحر، والصفدعة، والكتكوت بل وحتى الفأر. وعلى الأقل هكذا كان الحال حتى ظهرت «الدروزوفيللا» على مسرح علم الأجنة، الأمر الذى أدى إلى موقف عجيب. فمن ناحية يمكننا أن نشرح إلى أصغر التفاصيل تنامي الذبابة، أو تنامي الدودة الخيطية الصغيرة التى تتكاثر سريعاً، ويتم عزل مئات الطافرات وتعين جيناتها. وهناك ناحية أخرى حيث لا يحرز الباحثون أى تقدم فحتى وهم يعملون على الفئران، وهى نموذج الدراسات الوراثية بالنسبة للتدبيات، خاصة بالنسبة للبشر، فإن عملهم يقتصر على إنتاج سلالات نقية ودراسة تهجينات طويلة ومعقدة. ثم أتت الهندسة الوراثية، وتغير الموقف بالكامل فى شهور معدودة. أصبح فى إمكاننا بالنسبة «للدروزوفيللا» والديدان الخيطية لا أن نعين جيناتها، فحسب وإنما أيضاً ن فصلها وتنقيها، وندرس تفاصيل بنيتها، ونعيد إيلاجها إلى الكائن الحى لنرى على وجه الدقة كيف تؤدى وظيفتها، وأصبح فى الإمكان بالنسبة للكائنات الحية التى لم تجر عليها دراسات وراثية واسعة، أن نتوصل إلى بعض الجينات، وأخيراً أصبح فى الامكان بالنسبة للفأر والإنسان اللذين كان يعرف الكثير عنهما وراثياً أن نعزل أى جين، وأن ننسخ ملايين النسخ منه فى خلية بكتيريا، لندرسه بالتفصيل، ونعيد إيلاجه فى فأر لنعين أطوار التنامي والأنسجة التى يتم فيها التعبير عنه.

هكذا أدت الهندسة الوراثية إلى تغير كامل فى المنظر العام للبيولوجيا وكذلك أيضاً فى وسائل البحث فيها، وبعد أن كنا نتمكن فقط من ملاحظة سطح الظاهرة، أصبح فى الإمكان الآن التدخل فى لب الأمور، ولأول مرة أمكننا التوصل للمنظومة التى فى الأساس من تنامي أجنة الكائنات المنوعة، وخاصة التدبيات. وأصبحت مواصلة القيام بتحليلها ككيانات كلية، وتحليلها بالتفصيل مسألة وقت وجهد لاغير. إلا أننا نعرف الآن أننا سوف نصل إن عاجلاً أو آجلاً إلى غايتنا.

نتجت أول المفاجآت عن مقارنة جينات التنامي في مدى من الكائنات الحية، أو الأخرى أنها نتجت عن محاولة اكتشاف ما إذا كان هناك في الكائنات الأخرى جينات تماثل الجينات التي تعمل في الذبابة كمفاتيح تشغيل حاكمة، ولما كانت سلسلتا (دنا) المتكاملتين تتعرف إحداهما على الأخرى وتتربطان ترابطاً معيناً، فإن من السهل نسبياً أن نفتش كل (دنا) في أحد الكائنات بحثاً عن جين مشابه لجين معروف. وكمثل، كان يبدو أن هناك أقل احتمال للعثور على جينات (هوم) الشهيرة (الجينات التي تؤسس «الدروزوفيل» محور الجسم الأمامي الخلفي) في كائنات أخرى غير الحشرات، لأن تنامي أجنتها مختلف أبلغ الاختلاف. إلا أن البيولوجيين على أي حال بحثوا عنها فيما حولهم، للاستيثاق من الأمر لاغير. ثم يا للتعجب العجيب! لقد وجدوها في كل مكان. وجدوها أولاً في الضفدعة. ثم في الفأر. ثم في البشر، ودود العلق، والديدان الخيطية، والرميحات(\*) (AMPHIOXUS)، والهيدرا، وباختصار، وجدنا في كل حيوان ندرسه مجموعة من الجينات تمثل بنية شديدة المشابهة لجينات (هوم) في الذبابة. وبدا أن هذه الجينات تلعب نفس الدور أينما توجد: وهو تعيين الموقع النسبي للخلايا على طول المحور الأمامي الخلفي للحيوان. وإذا حدث في ذبابة طافرة أن وضع جين مناظر من الفأر مكان أحد جينات (هوم) فإنه سيقوم بوظيفته على أكمل وجه ويفي بدور الجين الطبيعي في الذبابة. ويصدق الشيء نفسه على الجينات البشرية.

من الصعب تخيل ما انتشر من هياج في المجتمع البيولوجي عندما أعلنت هذه النتائج. كان معروفاً لزمناً طويلاً أن الكثير من الجينات والبروتينات ظلت باقية بدون تغيير جوهري خلال التطور كله، وأن هناك بنى معينة احتفظت بما بينها من تماثل تام، ابتداءً من البكتيريا حتى الإنسان ولكن هذا غالباً كان الحال بالنسبة للبروتينات البنيوية، مثل بروتينات الأنسجة العضلية، أو الانزيمات مثل تلك التي تلعب دوراً في التنفس. أما أن يكون من الممكن وجود تماثل تام بين الجينات التي تبني الجسد البشري وتلك التي توجه صنع جسد الذبابة - فهذا حقاً شيء كان لا يمكن التفكير فيه! بمعنى أنه لا يمكن التفكير في أن نفس الإطار الوراثي قد يكون له دور الأساس لعمليات غير متماثلة مثل تلك العمليات التي تسهم في تنامي هذين الكائنين!

وفوق ذلك، لا يقتصر الأمر على أن الجينات التي عزلت يشبه أحدها الآخر. فهناك منظومة كاملة من عناصر متناسقة استمر الحفاظ عليها معاً خلال التطور كله وهي موجودة على نفس القطاع في أحد الكروموزومات ويجري تنشيطها الواحد بعد الآخر -

---

(\*) حيوانات بحرية تشبه الرمح الصغير. (المترجم)



فى ذبابة الفاكهة مثلاً فى الفأر - حسب ترتيب دقيق فى الزمان والمكان على طول جسم الجنين. وبالنسبة للتدرييات - فى البشر مثلاً فى الفئران - تسمى مجموعة الجينات المناظرة لجينات (هوم) فى الذبابة بأنها جينات «هوكس» (HOX)، وهى تتكرر لمرات عديدة. وتحدد جينات (هوكس) هذه موضع الفقرات، والضلوع، والعضلات، والجهاز العصبى المركزى. والسمبتاوى، وكما يحدث بالنسبة للذبابة، فإن طفر أحد هذه الجينات يسبب تغيرات مورفولوجية فى حيوان المستقبل وكثيراً ما يسبب الموت قبل الأوان.

ترتبت نتيجتان على حقيقة أن هذه المجموعات من الجينات تعاود الظهور وهى كاملة تقريباً. ومكررة تقريباً، فى كل الكائنات التى تدرس بصرف النظر عن شكلها، وحجمها، كما يحدث ذلك أيضاً فى كل الشعب. فنجد من جانب أن نفس النوع من الجينات يعين فى حيوانات مختلفة جداً تشكيل بنى مختلفة جداً. وبالتالي يكون علينا أن نستنتج أن هذه المنظومة لا تعمل على أن تؤسس بنى معينة، وإنما هى تعمل على تأسيس مواضع نسبية- أى إحداثيات محورية - للخلايا داخل الكائن الحي. وبكلمات أخرى، فإن وظيفة هذه المجموعات من الجينات وظيفة معلوماتية، وليست بنوية. ومن الناحية الأخرى ، فإن حقيقة إن نفس المجموعات تؤسس الإحداثيات المحورية فى كل الحيوانات التى درست، أيا ما كانت عمليات تناميها، هذه الحقيقة تؤكد أن هذه المنظومة عتيقة القدم، وأكبر الاحتمال أن هذه المنظومة موجودة من قبل بشكل بدائى منذ حوالى ستمائة مليون سنة، فى بعض سلف مشترك لكل الحيوانات التى تعيش الآن على الأرض.

ليست الجينات المنشطة التى تعين مواد بناء الخلية وكيميائها، هى وحدها التى يتحفظ عليها من نواع للآخر أثناء التطور كله. وإنما هناك أيضاً الجينات المنتخبة أ: الجينات الحاكمة، تلك التى تقوم بتشغيل وتعديل نشاط الجينات المنشطة. وتتعدد يومياً أمثلة هذه التفاعلات. ويتعلق واحد من أكثر هذه الأمثلة روعة بتكوين العين. الأجزاء المكونة للعين البشرية بالغة التعقد والدقة - فهذا الجهاز بما فيه من خواص مذهلة يثير لنا أكثر من أى جهاز آخر الوصول إلى العالم المحيط بنا - وقد أدى ذلك إلى أن تكور العين أكثر مثل شائع يستخدم لتوضيح استحالة التطور. وما أكثر ما يلوح بهذه الحجج ضد فكرة التطور بالصدفة. فنحن إذا خرجنا لنتمشى، ووجدنا ساعة، لن نشك للحظ فى أنها قد صنعت بواسطة صانع ساعات، وبالمثل، لو نظرنا أمر كائن حى فيه بعض تركيب، بكل ما فيه من أعضائه، لن نشك فى أنه قد صمم بواسطة مصمم، كيف يمكن



لأى فرد أن يعتقد أن عين الثدييات، بكل ما يوجد من دقة فى مكوناتها، وبكل ما فيها من هندسة، قد نتجت عن صدفة خالصة؟

يزخر عالم الأحياء بأنواع شتى من الأعين. ومن الواضح أن امتلاك مستقبلات ضوئية يضيف ميزة عظيمة فى مواقف كثيرة. وقد نشأت الأعين أثناء التطور فى أشكال متنوعة، ولمرات عديدة، وقد تأسست على مبادئ فيزيائية فيها اختلاف واضح. وأشهرها العين ذات العدسات فى الثدييات، أى أعيننا، والعين المركبة للحشرات، أى أعين الذبابة، ولا يوجد شيئان يختلفان مثل اختلاف هذين النوعين من الأعين. ولا يوجد أى شئ مشترك فى تنظيمهما العضوى، أو ميكانيكياتهما، أو طريقة تناميهما، فهما يعتبران من البنى غير المتماثلة التى تطورت مستقلة من كائنات أولية مختلفة، إلا أن والتر جيرنج ومجموعته قد أجروا مؤخراً تحليلات وراثية أظهرت أن الأمر ليس هكذا مطلقاً، ظل معروفاً لسنين طويلة أن هناك طفرات تعوق تنامى العين فى البشر والفئران. وكان يحدث فى كلتا الحالتين أن يتسبب غياب جين معين فى أن يموت الجنين قبل الأوان وهو بلا أعين، وتم فى كل من الحالتين عزل الجينين وتحليلهما. كانا تقريباً متطابقين، وبالتالي، فإن هذه الطفرات تصيب نفس الجين فى كل من البشر والفئران، فهو جين قد تم الحفاظ عليه بدرجة كبيرة خلال التطور كله.

ووجد فى كلتا الحالتين أن الجين يحوى قطاعين لهما ميل شديد (لدنا) أحدهما يماثل قطاعات فى جينات (هوكس) والآخر يماثل قطاعاً فى عائلة أخرى من الجينات تسمى «باكس» (PAX) ومرة أخرى فإن هذه مسألة تعلق بجين حاكم، ولكنه هذه المرة جين يتحكم فى تنامى العين بأن يعمل على أحد مستويات التراتب الوراثي. وتم فى زمن لاحق عزل جين من «الدروزوفيللا» يؤدى غيابه الى منع تكوين العين. ويتطابق هذا الجين تقريباً مع الجين الموجود فى الفأر. وبالتالي، فلا بد من أن نستنتج أن هذا الجين المنظم ضرورى لتنامى العين فى كل من الحشرات والثدييات. ومرة أخرى أدت النتيجة إلى تولد الدهول. فقد كانت تحدث ضد كل ما كتب فى المراجع. والحقيقة أنه كان يبدو واضحاً لكل فرد أن أعين الحشرات المركبة. وأعين الثدييات ذات العدسة هما بنى لا تتعلق مطلقاً إحداها بالأخرى، وقد تطورت كل منهما مستقلة عن الأخرى. والآن ها قد ظهر أنهما كلاهما قد استمدتا من نموذج أولى مشترك<sup>(٤)</sup>.

هناك ما لا يقل عن ذلك إدهاشاً وهو البرهنة على أن هذا الجين نفسه، يتحكم فى كل تراتب الأحداث المنظمة التى تسهم فى تنامى العين. فالهندسة الوراثية كما رأينا قد تمكنت بالفعل من إيلاج هذا الجين فى حشرة الذبابة بطريقة تظهر بها العين على أجنحة الحشرة أو سيقانها. وحدث نفس النتيجة المذهلة عندما كان الجين المولج ينتمى إلى الفأر وليس إلى الذبابة.

وبهذا فإن هذه الدراسات على العين تؤدي إلى ملاحظتين جديدتين رائعتين. الأولى، أن من الظاهر أن نشاط جين حاكم واحد يكفي لأن يؤدي إلى ابتداء كل سلسلة الأحداث والبنى التي تصنع العين. وربما تطلب الأمر أن تعمل عدة مئات من الجينات في صنع عين مركبة أو عين عدسية. ولكن نشاط هذا الجين «الواحد» الحاكم هو الذي يؤدي إلى بداية السلسلة بأكملها، كل تراتب البنى. وهذه واحدة من الحالات القليلة التي عرفت لنا، إن لم تكن الحالة الوحيدة. والحقيقة أنها لا تدهش إلا قليلاً، لأنها محملة باحتمال المخاطرة بخطأ. فثمة مدى بأكمله من الأحداث المؤسفة يمكن أن ينشط الجين الحاكم ويطلق العنان للعملية التي تؤدي إلى تكوين إحدى الأعين في الظروف الخطأ من المكان والزمان - نوع الخطأ الذي يمكن أن يجعل العين تطلع فوق الأجنحة أو السيقان - والنقطة الأخرى هي أننا لن نتوقف فقط على أن نفاجأ بمشاهد الطبيعة، التي تستخدم المرة تلو الأخرى نفس العناصر الوراثة لبناء أعضاء مختلفة تماماً. ويبدو أنه في تلك المعركة التي تدور على مدى قرون طويلة بين «المفكرين بالكليات» و«الاختزاليين» - أي بين من يريدون دراسة الكل ومن يفضلون دراسة الأجزاء - يبدو بالفعل أن الأخيرين هم الذين يقتربون دائماً من الوصول للنصر.

وإذن، فإن كل الكائنات الحية على صلة قرابة ابتداء من أدينا حتى أكثرها تركباً. وصلة القرابة هذه أوثق مما اعتقدناه قط. فعالم الأحياء باستخدام العناصر نفسها - الوحدات نفسها - قد تنوع تنوعاً لا نهائياً عبر سياق التطور. والأمر وكأن الحياة، وهي دائماً في ظروف مهددة، عليها أن تتخذ لنفسها أشكالاً متنوعة أقصى التنوع للحفاظ على نفسها، وعليها أن تستفيد من أوجه سلوك متنوعة أقصى التنوع لتشغل أقصى أركان الأرض. والتنوع هنا لا يتعلق فحسب بالاختلافات بين الأنواع، وإنما يتعلق أيضاً بالاختلاف بين الأفراد من النوع نفسه، وها هنا يأتينا الجزء الثاني من المفارقة، ذلك أن البيولوجيا في سياق العشرين أو الثلاثين سنة الأخيرة، قد أوضحت وضوحاً متزايداً ما الذي يميز كل فرد في الأنواع التي تتكاثر جنسياً وتتوسع أقصى التنوع، وبالذات نوعنا، لقد تكشف أولاً وجود اختلافات مناعية وذلك عن طريق زرع الجلد و زرع الأعضاء، ثم تكشفت الاختلافات من دراسة الجينات التي تعين بنية الجزيئات على سطح الخلايا وكذلك الجينات التي توجه ميكانيزمات رفض العضو المزروع. وألقى ضوء كاشف على العديد من الاختلافات الوراثة بمقارنة (دنا) في شتى الأفراد، الأمر الذي أدى إلى تعيين التفرد الوراثة، الذي يميز الأفراد أكثر من بصمات الأصابع وهو أفضل منها في التعرف على مرتكبي الجرائم أو إثبات الأبوة. وبالتالي، فقد برهنت المناعة والوراثة برهاناً كافياً على أننا، باستثناء التوائم المتطابقة، يختلف كل واحد منا عن كل أفراد البشر الآخرين ممن عاشوا قط، أو يعيشون الآن، أو سوف يعيشون على الأرض.

لهذه الاختلافات بين الأفراد أهمية خاصة فى علم الأمراض (الباثولوجيا) والطب. ظل الأطباء يعتقدون لزمن طويل أن الكثير من الأمراض تعتمد على نوعين من العوامل: إما عوامل خارجية مثل الميكروبات، والفيروسات، والطعام، والسموم، وما إلى ذلك، وأغلبها محدد جيداً ومصنف، فى الكتالوج، أو عوامل داخلية، وهى أقل كثيراً فى تميزها وتُجمع عموماً تحت عنوان الحساسية أو القابلية للمرض وتتضح من حقيقة أن الأفراد لا يكونوا كلهم حساسين لنفس المرض بنفس الطريقة ثم أصبح من الواضح مع تقدم الوراثة البشرية أن فكرة الحساسية هذه- أى أن الأشخاص يكون له نزعة للإصابة ببعض الأمراض أكثر مما للآخرين- تعكس فى النهاية التكوين الوراثى لهذا الشخص. وقد تبين بالذات من تحليل منطقة الكروموزومات التى تحوى أنتيجينات الخلايا الليمفاوية البشرية هلا (HLA)، أن الأفراد الذين يحملون توليفات معينة من جينات (هلا) يكونون أكثر حساسية عن غيرهم بالنسبة لمرض بعينه، وتبين هذا على وجه الخصوص من البحث الذى أجراه فريق جين بوسيت، وكمثل فإن التهاب الفقرات التيبسى، وهذا مرض مؤلم موهن يصيب العمود الفقرى، يكون احتمال ظهوره فى المرض الذين يحملون تركيباً وراثياً معيناً أكثر مائة مرة تقريباً عما فى الأفراد الذين لا يحملون هذا التركيب الوراثى.

أدى ما بذل من جهود مشتركة بين الوراثة والبيولوجيا الجزيئية طيلة خمس عشرة سنة إلى زيادة قدرتنا على تحليل التركيب الوراثى للبشر. ظل علماء الميكروبيولوجيا والأطباء يطاردون لزمن طويل البكتريا والفيروسات التى يعتقدون أنها مسئولة عن الأمراض المعدية. أما الآن فيتصيد علماء الوراثة والأطباء الجينات التى يشكون فى أنها تلعب دوراً فى الأمراض الوراثية، وتتعاظم نجاحاتهم. ولا يقتصر الأمر على أن هناك جينات جديدة يتم فى كل يوم تعيينها، وإنما يتم أيضاً تحديد موضعها على الكروموزومات، ثم تعزل، ويحدد تتابع (دناها) وتطور الوسائل اللازمة لاختبارها فى أى فرد. وأدى البحث إلى اكتشاف جزيئات كان وجودها غير معروف على الإطلاق قبل الآن، مثل الجين المنظم للتوصل عبر الأغشية الذى يبدو أن أفاته تؤدى إلى تسبب مرض التليف الكيسى.

قبل وقتنا هذا، كان الطبيب عندما يستدعى لعيادة مريض يصل إلى تشخيص للمرض، ويحاول على هذا الأساس أن يتنبأ بتطور المرض فى شكل مأل له، أما الآن فيبحث الطبيب عن تقييم بنية الجينات، وأوجه الحساسية والقابلية للمرض، ويتنبأ على أساسها بمستقبل الحالة الصحية للمريض. وفوق ذلك، فإن الطب التنبؤى لا يقتصر

على أن يقيم مستقبل صحة الزملاء المواطنين، الرجال والنساء والأطفال الذين يعيشون حالياً من حولنا، ممن قد نلقاهم في الشارع. فالطب ينشغل أيضاً بالجيل التالي، أولئك الذين يتأهبون لأن يأتوا غداً بعدنا. والحقيقة أن الطب لا يقتصر على أن يعالج الكائن الحي بعد مولده كما ظل يفعل لزمن طويل. فهو يستخدم كل ما تحت تصرفه من وسائل لفحص حالة الفرد في أسرع وقت ممكن بعد الحمل به. وهو بهذه الطريقة يحاول أيضاً أن يتنبأ كيف سيكون حال طفل المستقبل وبالفى المستقبل. وهو يحاول أن يعين حالة الشخص، وأعضاؤه، وشكله، وإمكانات وجود عيوب فيها. ظلت وسائل دراسة المريض محدودة لزمن طويل، وكذلك أسلوب فحص المريض - الجسم، والقرع، والتسمع - ثم أتت أشعة إكس التي جعلت في الإمكان زيادة الرؤية وضوحاً، ولكنها سرعان ما ثبت أنها عامل خطر على صحة الجنين في المستقبل وأمكن للأطباء مؤخراً الوصول لترسانة كاملة من أجهزة معقدة، مثل الموجات فوق الصوتية والتصوير بالرنين المغناطيسي، الأمر الذي مكنهم من رؤية الجنين بدقة ووضوح لم يعرفا من قبل.

على أن هناك ما أدى حقاً إلى تقدم في التحليل والتنبؤ وهي الطرائق التي جعلت في الإمكان الحصول على عينات من أنسجة الجنين. وتتخذ هذه العينات عن طريق بذل السائل الأمنيوسي<sup>(\*)</sup> (السلى)، أو بخزغ التروكوبلاست (الارومة الاعتذائية) - أى النسيج الذي يكون الجدار الخارجى للبويضة عند نقطة اتصالها بالغشاء المخاطي لرحم الأم. وهذه الطرائق ليست خالية تماماً من الخطر على الجنين، ولكنها تتحسن تدريجياً. ولا تحتاج إلا لخلايا جنينية معدودة حتى نتمكن من الوصول إلى تشخيص قبل ولادى، بمعنى أن تحلل حالة الجينات التي تعد مهمة في حالة معينة.

نحن نعرف الآن أوجه الشذوذ الوراثى المسئولة عن أكثر من ألف وخمسمائة مرض وراثى. وهناك مجسات من (دنا) لتحليل خصائص الكثير من الجينات وهناك جينات أخرى يمكن متابعتها عبر الأجيال لأنها مرتبطة بواسمات متعددة الشكل<sup>(\*)</sup>. وقد أخذنا الآن في التمكن من تقييم مدى القابلية للإصابة بأمراض شتى، وخاصة أشكال معينة من السرطان. ومن الواضح أنه مع تواصل البحث في معامل كثيرة، في أرجاء العالم، ومع التقدم في إنشاء خرائط كروموزومية وخرائط لتتابعات دنا في الطاقم الوراثى البشرى، سوف تصل تدريجياً إلى تعيين المزيد والمزيد من الجينات التي تدخل الإصابة بها ضمن جوانب شتى من الباثولوجيا. وقد تهيأ المسرح هكذا للتنبؤ بالدور

(\*) سائل فى الكيس المحيط بالجنين. (المترجم)

(\*) قطاعات من (دنا) تتباين بين الأفراد.



الذى ستلعبه البيولوجيا فى تشكيل مصائر الأفراد حسب تكوينهم الوراثي، وبالذات حسب بنية جينات معينة معروفة بأنها يمكن أن يكون لها تأثيرات مرضية على أن من المهم أن نلاحظ أنه على الرغم من تعيين عدد متزايد من التشوهات التى لها أصل وراثي، إلا أننا لسوء الحظ لا نعرف طريقة لعلاجها كلها. فنحن مازلنا لانفهم التأثيرات الدقيقة للكثير من الآفات الوراثية وليس لدينا حالياً أية وسيلة لتصحيح هذه العيوب. وفى تباين مع ذلك، نجد أن فى الإمكان شفاء حالات باثولوجية أخرى أو تحسين حالتها بوسائل شتى. ما زال العلاج الجينى وليداً لا غير ولكنه على الأرجح سوف يؤدى إلى حل بالنسبة لأمراض وراثية معينة وحالات سرطان معينة.

أما ما تؤدى إليه وسائل تشخيص الجين من تنبؤات لنا حول جنين أو فرد صغير السن، فهذه تنبؤات من نوع مختلف تماماً. فبدائية، قد يكون التشخيص لمرض من المؤكد أنه سيحدث، حيث أن الآفة الوراثية الموجودة تؤى حتماً إلى حالة باثولوجية محددة على وجه الدقة. ويظهر المرض عادة لأول مرة عند الميلاد أو بعدها بزمان قصير، كما فى حالة الهيموفيليا<sup>(\*)</sup> (الناعور) والتشوهات الخلقية، وبعض أخطاء الأيض. وفى تباين مع ذلك فإن الفرد فى حالات مرضية أخرى قد يعيش حياة طبيعية بالكامل زمناً طويلاً، ولاتظهر الأعراض الباثولوجية إلا متأخراً. وهذا هو الحال مثلاً فى مرض رقص هنتجتون<sup>(\*)</sup> وهو مرض ضمور عصبي مميت لا تظهر تأثيراته إلا عند حوالى سن الأربعين، أو مرض التكيس المتعدد للكلى<sup>(\*)</sup>، أو ألزهايمر<sup>(\*)</sup> وكل هذه الحالات كأنها قنابل زمنية مدفونة فى الطاقم الوراثي. وتبقى ساكنة تماماً حتى تنفجر فى ريعان الحياة.

وفى هذه الأمراض كلها يكفى أن تصيب الآفة جيناً واحداً أو جينات عديدة لتطلق العنان لحالة مرضية. على أنه يحدث فى حالات أخرى أن تكون الآفة الوراثية غير كافية وحدها. فهى تؤدى إلى القابلية للإصابة بالمرض. وتزيد من احتمال وقوعه. على أنه حتى يحدث المرض، لابد من أن تسهم فى ذلك أحداث أخرى يكون مصدرها

---

(\*) الهيموفيليا قابلية للنزف لأدنى سبب نتيجة نقص وراثي فى بعض عوامل تجلط الدم. (المترجم)  
(\*) رقص هنتجتون مرض وراثي يسبب ضموراً فى خلايا المخ يؤدى إلى حركات لاإرادية وكأن المريض يرقص. (المترجم)

(\*) مرض وراثي تتكون فيه أكياس عديدة فى الكلى تضغط على نسيجها الأصلي بما يؤدى لفشل الكلى. (المترجم)

(\*) ألزهايمر ضمور فى خلايا قشرة المخ يؤدى تدريجياً لفقد الذاكرة والهلاوس والعتة وغير ذلك من أعراض عصبية تنتهى بالوفاة. (المترجم)



غالباً من البيئة. وهذا هو الحال في مرض التهاب الفقرات التيبسي، الذي ذكرته فيما سبق. وهناك سلسلة كاملة من القابلية للأمراض ترتبط بواحد أو الآخر من وصائل (هلا) من النوع الأحادي، كما مثلاً في حالات السكري الطفولي التي تعتمد على الأنسولين(\*) أو حالة الصباغ الدموي التلقائي(\*)، وهو مرض خطير نوعاً ما في أبيض الحديد. ويمكن بالمثل أن يكون للأفراد قابلية للإصابة بأحد السرطان أو الآخر، وقد أخذنا نتمكن من تحديد العناصر الوراثية في هذه الحالات. وبهذا يمكننا مثلاً التنبؤ بأن فرداً بعينه سيكون لديه احتمال كبير لأن يصاب أثناء حياته بسرطان القولون، وليس بسرطان الجلد أو الرئة.

وإذن، ما الذي تجلبه لنا في مجال الصحة هذه الندفة من معرفة المستقبل؟ كان الطب قبل الآن، عند مواجهة أحد المرضى يؤسس تشخيصاً يستنتج منه مآل المرض. والآن، فإنه يقيم البروفيل الوراثي مباشرة، ليتنبأ منه بمصير الفرد طبياً. لم نعد نستنطق الكهان لنعرف ما سيكونه مستقبل حياة الفرد هو أو سلالته. وإنما نسأل الجينات. وكما يحدث دائماً مع كل البدع الجديدة التي تجلبها الأبحاث، فإنه قد ينبثق عنها أفضل النتائج وأسوأها معاً. الأفضل، لأن الإنذار يعني الاستعداد إذا كان هناك علاج أو أسلوب للحياة يوفر النجاة من إرث وراثي تعس. وكمثل فإن مرض بول الفينول الكيتوني، وهو خلل في الأيض يهدد الوليد النامي بالتأخر العقلي، هذا المرض عندما يشخص قبل الولادة يمكن مقاومته بتنظيم تغذية الوليد الجديد. أو على الرغم من وجود قابلية مؤكدة للسكري عند أحد الأفراد إلا أنه يمكن منع ظهوره بواسطة الإجراءات الملائمة لذلك، أو منع حالة الروماتيزم من أن تتوطد سريعاً أو فجأة وذلك بتجنب العدوى المعوية.

على أنه يمكن أيضاً أن تكون لهذه القدرة التنبؤية أسوأ النتائج عندما لا يكون لدى الأفراد وسيلة لمكافحة المرض المتنبأ به—عندما يبين مثلاً تشخيص ما قبل الولادة أن الطفل الذي سيولد سوف يصاب بمرض مميت مثل الثاليسيميا(\*)، أو بمرض يؤدي إلى إعاقات مقعدة مثل حالات الاعتلال العضلي(\*) الشديدة. وهذه مواقف درامية يمكن أن تجبر الأم التي تنتظر مولوداً على أن تنتظر أمر إسقاط الحمل. وهناك حالة أخرى

---

(\*) حالات سكري تظهر في سن الطفولة ولا تعالج إلا بالأنسولين. (المترجم)

(\*) مرض وراثي يؤدي إلى زيادة في امتصاص الحديد وترسبه في الأنسجة خاصة الكبد والبنكرياس، فتتليف وتضطرب بلون برونزي، ويمكن علاجه إذا شخص مبكراً. (المترجم)

(\*) الثاليسيميا نوع من الأنيميا الناتجة عن خلل في تركيب الهيموجلوبين وبعض أنواعها مميت. (المترجم)

(\*) الاعتلال العضلي حالات وراثية من خلل في نسيج العضلات يؤدي إلى ضعفها تدريجياً بما يعوق الحركة. (المترجم)

من السيناريوهات الأسوأ عندما يبين التشخيص الوراثي أن شاباً، أو شابة، في أكمل صحة يحمل جيناً سائداً لا مفر من أن يؤدي إلى مرض رقص هنتجتون، الذي لا يعرف له حتى الآن أى تصحيح أو علاج. وبالتالي فإن استنطاق الجينات يعود بنا ثانية إلى أن نسأل سلسلة من الأسئلة الصعبة. هل يريد الواحد منا أن يعرف متى وكيف سيموت؟ هل يريد أن يعرف كيف يكون ون رد فعله لأخبار كهذه؟ من الذى سنتيح له الوصول إلى هذه المعلومات؟ أسرة الفرد؟ رئيسه فى العمل؟ الشركة التى تؤمن على حياته؟ الدولة؟

يعنى هذا كله أنه حتى نظل نتقدم فى تحويل الأسوأ إلى الأفضل، وحتى نجد وسائل علاج لا زالت بعد غير موجودة، فإن من الضرورى أن نواصل الأبحاث بلا انقطاع. فمزال العلاج الجينى فى طفولته، ولا يمكن أن تظهر التطورات التى نتوقعها منه، ونحن محقين فى توقعنا، إلا باتباع هذا الاتجاه.

من الواضح أن الطب الآن يمر بحالة من التطور، خاصة مع تنامى تحليل الطاقم الوراثى البشرى. والحقيقة أنه بفضل هذا التحليل فإن معظم الحالات المرضية التى تنتج عن أفة فى جنين واحد، بل وكل هذه الحالات فى النهاية، سوف يتم تبينها آخر الأمر. وفيما يتعلق بالتشخيص والتحديد قبل الولادى للأمراض التى تبدأ فى سن متأخر، مثل مرض رقص هنتجتون، فهى عند تشخيصها قبل ظهور الأعراض ستكون عبئاً ثقيلاً على المرضى الذين سيصابون بها، والذين بدون هذا التشخيص لم يكونوا قط سيكتشفون أو يتنبهون لحالتهم. وقبل الآن، لم يكن الشخص يعد مريضاً إلا بعد ظهور الأعراض. ويذهب الناس الى الطبيب وهم يشكون من أوجاع وآلام معدودة. إلا أنه مع ما يتاح من البيانات عن الطاقم الوراثى، ستتكشف لنا أمراض المستقبل أو مخاطرها المحتملة. ونحن نعرف من قبل بوجود عائلات يكون لديها أمراض لصبغيات جسمية سائدة تحدث دماراً مثل مرض ألزهايمر، وسرطان القولون وسرطان الثدي. ولا ريب فى أن سلسلة كاملة من الحالات المرضية ستتصوى تحت هذه الفئة، وهكذا يصبح الناس مرضى قبل الأوان. وسوف تناقش حالتهم ومستقبلهم بلغة من الطب، حتى وإن كانوا يشعرون بأنهم فى أطيب حال وسوف يبقون بصحة جيدة طيلة سنوات.

سيحدث على الأقل بالنسبة للآفات المنذلية الناجمة على الجين الواحد، أن معطيات الطاقم الوراثى ستحول ما هو ممكن إلى ما هو فعلى. وحتى لو كان المرض لم يظهر بعد، سيكون برهانه البيوكيميائى موثقاً من قبل. ستؤدى معرفتنا بالطاقم الوراثى إلى تحديد عدد متزايد من تتابعات (دنا) التى يؤدى وجود تغيرات معينة فيها إلى أن

يصاحبها احتمال خطر متزايد لحالات مرضية مثل السكري، والاكتئاب، واضطرابات الجهاز الدوري، وما إلى ذلك وستجد في حالات معينة أن الحالة المرضية تعتمد على توليفة من تحويرات وراثية عديدة. وسنجد في حالات أخرى أن العوامل البيئية تلعب دوراً. ولكننا سنعتبر أن الأفراد الذين لديهم واسمات لاضطرابات القلب، أو الشيزو فرينيا، أو السرطان، كلهم مرضى بالفعل، حتى قبل أن تظهر لديهم أى آفات مرضية. على أن التنبؤ بالأعراض الاكلينيكية لأحد الأفراد سيظل نسبياً غير دقيق، من حيث أنه يعتمد على دراسة عشائر إحصائية. إلا أن حقيقة احتمال الخطر ستصبح ملموسة بدرجة أكبر كثيراً. يقاس الآن احتمال الخطر بأرقام مجردة لا يكاد يكون لها تأثير فى إدراك أحد الأفراد لنفسه. أما فى المستقبل فسنعرف كيف يتم تسجيل نفس احتمال الخطر هذا بلغة من الكيمياء، فى الطاقم الوراثى للفرد، كجزء من ذاته لا ينمحي. وسوف يتقربون هم وأطبائهم أيضاً ظهور أى أعراض. وسواء وجدت أم لم توجد وسائل للعلاج، فإن الأمراض المحتملة الوقوع ستعلن فى المستقبل عن وجودها بطريقة لم تحدث أبداً من قبل.

هكذا نرى كيف تعدلت جدلية الذات والآخر، وكيف غيرت من الطبيعة. فنحن جميعاً أقارب أقربون، ونحن جميعاً فى نفس الوقت مختلفون. والتكاثر الجيسى هو فى الحقيقة الواقعة ما كينة لصنع (الآخر). فرد آخر غير الوالدين. فرد آخر غير كل الآخرين من أفراد النوع. إلا أن التنوع الذى ينتج بهذه الطريقة لا يتقبل دائماً قبولاً حسناً. وهو نادراً ما يؤخذ على ما هو عليه، أى كمحرك للتطور وكثيراً جداً ما يحدث الخلط بين التنوع البيولوجى والتنوع الاجتماعى أو الثقافى. ويستخدم بعض الأفراد التنوع البيولوجى ليسوغوا عدم المساواة فى النظام الاجتماعى، وهم يبررون اللامساواة بالرجوع إلى ما يزعم من ترتيب طبيعى يصنف الآخرين حسب معايير قد حدوها هم أنفسهم. أو بدلاً من ذلك فإن التنوع البيولوجى ينظر إليه من ينتقدون النظام الاجتماعى على أنه موضوع فاضح، فهم يودون أن يروا كل الأفراد متطابقين. ولننظر مثلاً فى العبارة التى كثيراً ما نسمعها رغم سخافتها وهى اللامساواة فى المرض. فاللامساواة دالة على العلاج وليست خاصة للمرض. ويمكننا أن نتحدث عن اختلافات تتعلق بالأمراض وليس عن عدم المساواة فيها. وإلا فإننا نخلط بين فكرتين متميزتين: الهوية والمساواة. فالأولى تنطبق على الخصائص المميزة للأفراد- الخصائص البدنية والعقلية-، والثانية تنطبق على وضعهم الاجتماعى أو القانونى. الأولى تملئها البيولوجيا والتربية، والأخيرة تملئها الأخلاقيات والسياسة. فليس هناك مساواة فى البيولوجيا، والجزيئات والخلايا ليست متساوية ولا غير متساوية. يتطلب الأمر سخرية جورج

أورويل(\*) لتذكرنا أن الحيوانات متساوية تقريباً على أنه كثيراً جداً ما يستخدم هذا الخلط لخدمة غايات سياسية واجتماعية، إما بغرض المساواة على الهوية، أو العكس أى محاولة الحفاظ على اللامساواة بتبريرها بالاختلافات. ولكن السبب الذي يوجب إقامة مفهوم المساواة هو بالضبط أن أفراد البشر مختلفون. لأن هناك أفراداً أقوياء وأفراداً ضعفاء، أفراداً بارعون وأفراداً حمقى. ولو كنا جميعاً متماثلين لما كان لفكرة المساواة أى أهمية.

التنوع موجود فى صميم جذور البيولوجيا. فالجينات التى تكون ميراث النوع، تنضم معاً وتتفصل بمرور الأجيال وهى تشكل توليفات تختلف أبداً وتظل مؤقتة أبداً، توليفات هى الأفراد. إن هذه المنظومة التوليفية اللانهائية للجينات هى ما يجعل كل واحد منا فريداً. وهى ما تُصفى على النوع ثراءه وتنوعه.



## المراجع

- 1- Guillaume Apollinaire, "At La Santé Prison," in *Alcools: Poems, 1898-1913*, trans. William Meredith (Garden City, N.Y.: Doubleday, 1964), P.203.
- 2- Ronald Fisher, *The Genetical Theory of Natural Selection* (New York: Dover, 1958).
- 3- Richard Dawkins, *River out of Eden* (New York; Basic Books, 1995)
- 4- R. Quiring, U. Waldrof, U. Kloter, W. Gehring, "Homology of the Eyeless Gene of *Drosophila* to the Small Eye Gene in Mice and Aniridia in Humans," *Science*, 265 (1994), pp. 785-789

---

(\*) جورج أورويل (١٩٠٣-١٩٥٠) روائى بريطانى ساخر، كتب أشهر رواياته فى السخرية من المساواة المزعومة فى الدول الشمولية، ومنها *مزرعة الحيوانات*. (المترجم)





## الخير والشر

حسب قصة آدم وأسطورة فاوست، فإن المعرفة لا يمكن أن تؤدي إلا للشر، كما يرمز له فيها بالحية والشيطان بالترتيب، ويقول سوفو كليس في "أنتيجون"

مع شيء من الدهاء، وفي إبداع

يفــــــــــــــــوق كل توقع

يتوصل الإنسان أحياناً للشر،

وأحياناً للخير<sup>(١)</sup>

أما الأسطورتان التوأمتان عن بروميتيوس وباندورا فيها حذق أكثر، وإذا صدقنا ما قاله هسيود، فإن مصير البشرية تقرر في المعركة التي حرض بروميتيوس عليها ضد زيوس، المعرفة ضد القوة، العقلانية ضد اللاعقلانية. والواقع حسب الأسطورة أن بروميتيوس هو الذي خلق الإنسان من صلصال وماء. وعلمته أثينا الفلك، والرياضة، والعمارة، والملاحة، والطب، وفنون أخرى مفيدة جداً. واستخدم كل معرفته في خدمة البشرية. وكما يقول ألبير كامو<sup>(\*)</sup> عنه فهو البطل الذي أحب البشر حباً كافياً لأن يمنحهم النار، والحرية، التكنولوجيا والفن<sup>(٢)</sup> ولكن اصطدم سريعاً جداً بزيوس، الذي كان يمقت البشر لأنهم أكثر طموحاً وأكثر ادعاءً من أن يميل إليهم.

أنزل العقاب ببروميتيوس وغُلِّل إلى صخرة لأنه انتهك قانون زيوس وخدعه من أجل البشرية، وشدنا بروميتيوس كلنا معه إلى سوء مصيره، عندما وقع في الفخ الذي نصبه هو نفسه، بينما عوقبت البشرية عن طريق باندورا، المرأة التي خلقها زيوس لتوصيل صندوق يحوى كل شرور العالم، ولولا أنها فتحت غطاءه لتسمح لهذه الشرور بأن تنتشر خلال كل العالم، لظل البشر يواصلون حياتهم كما كانوا من قبل، «في حماية من المعاناة، والعمل الشاق، والمرض المؤلم وما يجلبه من الموت». وكرد على خديعة بروميتيوس، كانت باندورا نفسها خدعة فهي امرأة صنعت من الغش.

تمثل الفكرتان الرئيسيتان في بروميتيوس وباندورا وجهين لنفس القصة: أصل بؤس الإنسان، عندما يحتاج الرجل للكدح فوق الأرض ليكسب عيشه، فإن هذه الحاجة

---

(\*) ألبير كامو (١٩١٢-١٩٦٠)، روائي فرنسي وجودي، حاز نوبل للأدب ١٩٥٧. (المترجم)

تؤدي به إلى نفس الشيء مثل حاجته إلى التكاثر من خلال النساء، وأن يولد، ويموت ويحس كل يوم بالخوف والأمل فيما سيأتي. وحسب ما يقوله جان-بيير فرنان، فإن باندورا قد أدخلت التباساً أساسياً إلى العالم. لقد جلبت الخلط والتباين إلى الحياة البشرية. ومن وقتها فصاعداً أصبح كل خير هو التوأم اللصيق بالشر المقابل له، وكل نور التوأم لظله، شاء زيوس أن الخير والشر اللذين تولدا من المعرفة، ينبغي ألا يقتصر أمرهما على الامتزاج، بل وأن يكونا لصيقين معاً التصاقاً لا خلاص منه- إنهما لا ينفصلان.

إن هذا بالضبط ما نلاحظه الآن، كثيراً، فقد ظهرت بعض الآثار الضارة التي جلبها العلم وتطبيقاته كنتيجة للنوايا الطيبة. ومثل، لم يشك أول علماء للإشعاع في أن أشعة إكس قد تسبب السرطان. كما لم يشك الكيميائيون في أن السماد الذي يقصد به تحسين نتائج المحصول سيكون سبباً لتلوث خطير. وكذلك لم يشك الأطباء في أن تقسيم استخدام المضادات الحيوية سينتج منه انتخاب ميكروبات تقاوم الدواء. ولم يكن أحد لينتبه في أي شك في أن سرعة ومدى تقدم الطب والصحة العامة كما مورسا منذ نهاية القرن التاسع عشر سيؤديان إلى زيادة مفرطة في السكان، الأمر الذي يفرض أحد أخطر التهديدات لكوكبنا.

يرمز بروميثيوس لمعركة البشرية ضد الطبيعة، ضد النظام الطبيعي الذي أرساه الآلهة. لم يتوقف البشر قط عن الكفاح: ضد الفقر، وضد البرد، وضد المرض والموت، وضد عنف العالم المحيط بهم. يرفض الإنسان وهو أسير ظروف من الفناء، أن ينحني لقوانين الطبيعة. فهو يرفض أن يكون حيواناً أو أن يكون حيواناً لا غير. وقد عبر الإنسان عن رفضه منذ أول البداية، منذ اختراع النار، والكتابة، والحساب أما العلم فقد وفد إلى هذا النضال متأخراً بعض الشيء ليزوده بالذخيرة، والحقيقة أن تاريخ العلم هو باحدى الطرائق تاريخ معركة العقل إزاء الحقيقة المتكشفة.

نبت العلم الحديث وتناسى حسب مفهوم ورثه العالم الغربي عن الثقافة الإغريقية: مفهوم المعرفة بالنظر (\*) **speculative knowledge** التي تتأسس على معيار للحقيقة ويعتمد هذا المعيار للحقيقة على التطابق بين التصور كما يعبر عنه القول، وبين الواقع وتوفر هذه المعرفة بالنظر نظرة واقية للعالم، فالتوصيف المضبوط هو نفسه الهدف النهائي للمعرفة ودراسة العالم تتيح لنا استيعاب أعماق جوانب الحقيقة: مبادئها وأصلها. ومن هنا كانت فكرة أن النظريات العلمية تحل إحداها مكان الأخرى في

---

(\*) النظر فلسفياً هو ما فوق عالم التجربة، أو أي نشاط ذهني هدفه المعرفة، ويقابل العمل. (المترجم)

تتابع، وهى تتحرك مقتربة أكثر وأكثر من النظرية المثالية، النظرية التى ستعطى تصوراً حاسماً للواقع. وقد قال فيكتور هوجو، العلم هو خط المقاربة (\*) asymptote للحقيقة. إنه لا يكف عن الاقتراب بدون ملامسة قط<sup>(٢)</sup>.

على أن طبيعة العلم قد تغيرت فى سياق هذا القرن - أو على الأقل طبيعة العلم التجريبي. فهو لم يعد بعد طريقة بسيطة للمعرفة، أو كيان من المعرفة. وإنما أصبح قوة اجتماعية - ثقافية رئيسية توجه مصير مجتمعاتنا. والعلم يمارس الآن تأثيراً عميقاً فى حياتنا الاجتماعية التى غير منها بما وصل حتى لأعمق منظوماتنا القيمية، وهو إذ يفعل ذلك، فإن السبب ليس فحسب ما يطرحه لنا من نظرة جديدة عن الواقع. ولكن السبب أيضاً، وعلى وجه الخصوص، أن العلم قد أنتج مجموعة من الممارسات، والتقنيات، والماكينات التى حولت من طريقة حياتنا. والحقيقة أن الحد الفاصل الكلاسيكى بين العلم والتكنولوجيا أصبح بالتدريج مضيقاً. ولا يوجد فى هذه الأيام إلا اختلافات هينة جداً بين معمل أبحاث إحدى الجامعات المكرس لما يسمى بالأبحاث الأساسية، والمعمل الصناعى الذى يهتم بالتطبيقات الممكنة لاكتشافاته. ويعطى كلا المعملين صورة توضيحية للأبحاث الموجهة التى تتابع أهدافاً محددة أحسن التحديد وتستدعى نشاطاً أجيد تنظيماً اجتماعياً. لم يعد السؤال بعد مجرد سؤال عن فك شفرة العالم، ولكنه أيضاً عن إحداث تحول فى العالم.

وبالإضافة فقد نتج عن التقدم فى الفيزياء والبيولوجيا، أن أصبحت الأبحاث تتطلب المزيد والمزيد من الأجهزة المعقدة. وبالتالي، فإنها تتطلب دعماً متزايداً قوياً من الصناعة ذات التكنولوجيا الراقية لإنتاج الأجهزة المطلوبة. والجهاز، عند النظر فى الأمور ككل، هو فقط ترجمة وتعبير عملى عن كيان من النظريات العلمية.. ويحدث فيما ينتج من تفاعلات جارية، وما فيها من تأمر بين العلم والتكنولوجيا

أن تعتمد أوجه تقدم الواحد منهما على الآخر، والعكس بالعكس. على أن العلم والتكنولوجيا ليسا متطابقين، فاهتماماتهما، وقواعد أدائهما الوظيفى مختلفة. فأحدهما يهدف لإنتاج المعرفة، الأخرى تهدف للفعل فى العالم. الأول يسعى للتفسير، واللفهم، والثانية للسيطرة والتحكم. وعلى الرغم من أنه كثيراً ما يلزم تفرقتها، إلا أنهما يكمل الواحد منهما الآخر ويغذيه. وهذا الجانب الجديد من العلم، بعلاقته الوثيقة بالتكنولوجيا المحددة التى تتزايد أبداً فى توسعها وصرامتها، هو ما يؤثر الآن تأثيراً جديداً عميقاً فى الحياة الاجتماعية والثقافية.

---

(\*) مصطلح رياضى عن خط (عادة مستقيم) يقترب باستمرار من منحنى ولكنه لا يقابله قط.

وليس علينا حتى نقنتع بهذا التأثير النافذ، إلا أن ننظر فى الأمر بعض تأثيرات البيولوجيا الحديثة فى الثقافة الغربية. وسننظر فى ذلك أول كل شىء بالنسبة للأفكار، ثم بالنسبة لبعض الأسئلة التى يثيرها هذا النوع الجديد من التدخلات التى أصبحت ممكنة بفضل التكنولوجيات الجديدة. أدت إنجازات البيولوجيا الحديثة إلى أفكار معينة كثيراً ما تسرى ضد أفكار ظللنا نتمسك بها لزمناً طويلاً وبعضها مازال جارياً يتميز عالم الأحياء بتنوع واضح يوجد فى نفس الوقت مع توحيد خفى. هناك حيتان العنبر والميكروبات، البراغيث والزراف، كائنات حية تزدهر عند درجات الحرارة العالية وأخرى تزدهر فى المناطق المتجمدة، ولكن إذا نظرنا للأمور من تحت تباين الأشكال، ستجد تماثلاً مذهلاً فى البنية والوظيفة. يمكن أن نتخيل برهاناً أفضل من ذلك على نظرية التطور؟ هناك الكثير من نفس المركبات أو التفاعلات الكيميائية التى تتكشف فى الجميع ابتداءً من الميكروبات حتى الثدييات. وإذا كان هناك اختلاف بين الذبابة والفيل، وبين النسر ودودة الأرض، فهو ليس بسبب تغيرات فى مكوناتها الكيميائية وإنما بسبب توزيع هذه المكونات. ونحن نجد فى كل الفقريات التفاعلات الكيميائية نفسها. وعندما يختلف أحد الثدييات عن الآخر فإن السبب ليس فى اختلافات بين الجزيئات. وإنما السبب هو تحويلات كثيراً ما تكون صغيرة، مما ينبثق فى سياق تنامى الجنين.

إحدى الأفكار الأخرى التى ألفت البيولوجيا الضوء عليها، أهمية التنوع فى عالم الأحياء تنوع الأنواع على الأرض، وتنوع الأفراد داخل النوع الواحد، وتنوع الأفراد وتفرقهم، تدريجياً أو على نحو مفاجئ نسبياً، هو ما يكمن فى الأساس من تشكيل الأنواع الجديدة، وقد حدث عن طريق التنوع بأقصى الحدود، وتشكيل الملايين من الأنواع الجديدة أن توصلت أشكال الحياة شيئاً فشيئاً إلى أسفل كوكبنا كله لتغزو كل ركن منعزل وكل شق مظلم وكل موقع بيئى ممكن وتساهم الميكانيزمات الوراثية بدور بارع فى هذا التنوع، والميكانيزم الأساسى فيها هو الجنسية.

الجنسانية ما كينة حقيقية لجعل الأشياء مختلفة، فهى تجعل كل كائن حي متفرداً، فيما عدا التوائم المتطابقة. وهى تجعل كل فرد، سواء كان حيواناً أم إنساناً، يختلف عن كل الآخرين ممن يعيشون الآن، وممن كانوا يعيشون، بل وفيما يحتمل ممن سوف يعيشون. التنوع الوراثى، المسئول عن ثراء أنواع الحيوان والنبات، يسهم بنفس الطريقة فى إثراء النوع البشرى. إنه معاً النتيجة والمحرك الذى يدفع التطور البيولوجى. وهو يشكل أحد الأصول الثمينة العظيمة بالنسبة للنوع البشرى ككل وبالنسبة لكل عشيرة. ووجود تباين هائل فى القدرات البدنية العقلية يعطى للعشائر



البشرية مرونتها وقدرتها على الاستجابة للتحديات البيئية الجديدة، وإمكاناتها للتكيف والتخليق ولو كانت العشيرة تتكون من أفراد يتماثلون وراثياً لأصبحت تحت رحمة الأحداث المفاجئة- كالأوبئة مثلاً، أو التغيرات الحادة في الظروف المحيطة- وسيكون من باب الانتحار البيولوجي أو السخف الاجتماعي، بذل أى جهد لجعل الخصائص البيولوجية للأفراد متجانسة سواءً بسبب الرغبة في تحسينها من خلال تحسين النسل أو بسبب الرغبة في دعم بعض القدرات - كالقدرات في الرياضيات مثلاً أو العدد. لا تكمن القيمة الوراثية للفرد، سواء بالنسبة للمجموعة أو النوع، في الجودة الخاصة، لجيناته، وإنما الأمر أنه ليس لديه نفس مجموعة الجينات التي عند الآخرين. فالأمر أنه متفرد في ذلك ويرجع نجاح النوع البشري، بين أسباب أخرى، إلى تنوعه البيولوجي. وبالتالي، يجب أن نحافظ بحرص على التنوع بين البشر. وهذا على وجه الخصوص بالنسبة للتنوع الثقافي حيث أنه يتعرض الآن لتهديد خطير من النموذج الذي يخطئه المجتمع الصناعي للمستقبل، مع أن التنوع الثقافي لعب دوراً في تنمية البشرية أهم حتى من التنوع الوراثي.

ونحن مدينون إلى حد كبير للوراثيات الجزيئية بكل هذه المعلومات الجديدة. توصلت الوراثيات الجزيئية، منذ أن اكتشف واطسون وكريك حامض دنا، إلى أن تشغل موضعاً محورياً في منظومتنا لتفسير وشرح عالم الأحياء. تحلل لنا الوراثيات الطبعة الزرقاء(\*) لتصميم الكائن الحي في المستقبل وتعين معماره، وطبعة التصميم هذه تحويها سلسلة من الجينات التي يمررها خط الخلايا الجرثومية(\*). ظل فهمنا للبنية الداخلية لأحد الكائنات الحية وهو يتأسس زمناً طويلاً على طرائق الوراثيات الكلاسيكية. وأتاحت لنا هذه الطرائق، بواسطة متابعة سلوك الخصائص المميزة عبر الأجيال، أن نعين الجينات ونحدد موقعها على خريطة للكر وموزومات. وتطلبت هذه التجارب أبحاثاً تُجرى باستخدام الطافرات، وجعلها تتكاثر، مع تنوع توليفات من المهجنات. ولا يمكن تطبيق هذه الطرائق تطبيقاً فعالاً إلا على الكائنات الدقيقة أو على كائنات متعددة الخلايا ذات حجم صغير وتكون دورة حياتها قصيرة جداً. أما في السنوات العشرين الأخيرة فقد جلبت التكنيكات الجديدة للوراثيات الجزيئية طرائق تحليل جديدة بالكامل وأدى إمكان استنساخ (دنا) وتكثيره وتحديد تنابعاته إلى تفادي القيود التي تفرضها تربيتها. وأصبح من السهل نسبياً إجراء تحليل وراثي لأي كائن

---

(\*) تشبيه بالورق الأزرق الذي يخطط عليه المهندسون تصميماتهم لتنفيذها. (المترجم)

(\*) الخلايا الجرثومية أي البويضات والمني. (المترجم)



حتى، وخاصة أفراد البشر وغيرهم ممن كانت طرائق التحليل فى الوراثة الكلاسيكية تمتنع عليهم.

وأصبح من الممكن بفضل هذه الطرائق الجديدة أن نتابع كيفية الحفاظ على الجينات أو تحويلها فى سياق التطور، وكذلك أن نراقب كيف يشرع الطور فى تخليق بنى جزيئية جديدة بل ونستطيع حتى أن نتبين الحيل الرئيسية التى يستخدمها التطور لينتج الجديد من القديم، وكأنه سباق يظل عبر ملايين وملايين السنين يعيد فى بطاء صياغة عمله، ويكرر تنقيحه؛ فيقطع من هنا ويطلق من هناك، وينتهز كل فرصة للتكيف والتحويل، والتخليق

تختص هذه الأفكار الجديدة بحالة البشر، أو بالأحرى أشخاص بأفرادهم، كلهم على علاقة قرابة وكلهم مختلفون. وهى تختص أيضاً بعلاقات البشر مع الأنواع الأخرى وكذلك بطبيعة التطور بالسمة ولا يمكن بالطبع لهذا التحول الكامل فى أفكارنا عن الوراثة والقرابة إلا أن يحدث له أن يصطدم بالأفكار التقليدية التى تتمسك بها الثقافة الغربية.

بل ولعل هناك صدام أكبر تسببه نظرة البيولوجيا الحديثة للإنجاب والجنسانية- أى إمكان الفصل بين هاتين العمليتين، وإمكان التحكم فى النسل، وإخصاب المرأة اصطناعياً بمنى متجمد، وإحداث الإخصاب فى أنابيب المعمل، وإتاحة تنامى الجنين فى رحم غير رحم أمه، وما إلى ذلك- لا يقتصر أمر الإنجاب والجنسانية على أنهما قد ركبا فى لب الكائنات الحية، ولكنهما أيضاً يتخذان فى نوعنا موضعاً هو بالضبط عند نقطة التقاء الثقافة بالطبيعة.

على الرغم من أن علماء الإثنولوجيا يتناقشون حتى يلهثوا فيما يتعلق بأصول تابو زواج المحارم، إلا أنهم يوافقون بالفعل على أنه خاصة شاملة ويكتب ألفرد كريبير<sup>(٤)</sup> وعلى كل، لو طلبنا من عشرة علماء من علماء الأنثروبولوجيا<sup>(\*)</sup> الحديثة أن يعينوا تأسيساً بشرياً شاملاً واحداً، سيكون من المرجح أن تسعة منهم سيذكرون تحريم زواج المحارم، والبعض قد عينوه بوضوح على أنه التأسيس الوحيد الشامل وقد استعدى بعض الأفراد أسباباً طبيعية بالكامل لتفسير تابو زواج المحارم. ويرى آخرون أنه ظاهرة أصلها ثقافى بحت. ويوافق اليوم معظم علماء الأنثروبولوجيا على أن هذا التابو له جذوره فى الطبيعة مثلما فى الثقافة أيضاً.

---

(\*) الانثروبولوجيا علم دراسة الانسان من حيث أصل الجنس البشرى وتطوره فيزيقيا فى أعرافه وثقافيا فى عاداته ومعتقداته. (المترجم)

وبالنسبة لكلود ليفي - شتراوس، فهذا تقاطع بين الطبيعة والثقافة وبأحد المعاني فإنه (هذا الحظر) ينتمي إلى الطبيعة، لأنه شرط عام للثقافة. وبالتالي ينبغي أن ندهش من أن خاصيته التقليدية، وهي الشمولية، قد أخذت من الطبيعة على أنه بمعنى آخر، يعد الفعل ثقافته من حيث ممارسته وفرضه وحكمه على ظواهر هي أصلاً غير خاضعة له<sup>(٥)</sup>. وبالنسبة للأنثروبولوجي، يلعب تابو زواج المحارم هو والزواج من غير الأقارب دوراً ضرورياً فهما محددان عند البشر بتلك العلاقات التي لا يمكنهم بدونها أن يرتفعوا بأنفسهم فوق التنظيم البيولوجي ليصلوا إلى التنظيم الاجتماعي.

تلعب فكرة الحياة دوراً مهماً في الأساطير الكبرى وفي الأديان الكبرى وقد أحست كل ثقافات التراث تقريباً بالحاجة إلى إعلاء شأن الكائنات الحية وحسب هذه الثقافات تكون الحياة دائماً مشربة إلى حد ما بالسحر وثمره نوع من الفتيشية<sup>(\*)</sup> **Fetishism** متصل بذلك فالمادة الحية تمتلك خصائص معجزة - فهي تنشط وتتأثر، وتتحول وإذا تعالج الكائنات الحياة صوراً، واستعارات، وتطابقات فإنها تشغل مكاناً له امتياز في العالم وهي ترتفع أوتوماتيكياً إلى مرتبة فوق كل الكيانات الأخرى؛ ويضفي عليها دائماً أكثر أهمية وعند مقارنة الكائنات الحية بالأشياء غير الحية تبدو الأخيرة بلالون ولاطعم. وما بين الأشياء والكائنات الحية، وما بين التراب والتفكير - يوجد هنا تراتب هرمي من القيمة وكذلك أيضاً من التركيب ولا يقتصر الأمر على أن الظواهر تكون أكثر تعقيداً في الكائنات الحية، ولكنها أيضاً أكثر كمالاً، واكتمال الجودة التي لا نظير لها يتطلب سببية لا نظير لها.. ويتحول الكمال إلى مبدأ للتفسير وإذا تحتاج الثقافات التراثية إلى تمجيد الحياة عموماً وحياة البشر بوجه خاص، فإن هذه الحاجة تعبر أيضاً عن العلاقة الاستثنائية التي تفترض هذه الثقافات أنها تربط الكائنات الحية مباشرة بالقوى التي تحكم العالم بل أن الحياة تعد حقاً سحراً فنياً فزيوس وحده يمنح سر الحياة وبالتالي فهو الذي يمكن أن يسترده وليس للوالدين من وظيفة سوى تنفيذ ما أراده زيوس.

طالما بقينا في حالة من جهل شبه كامل بالميكانيزمات التي في الأساس من الحياة، لن يكون لدينا خيار إلا أن ننسب هذه الميكانيزمات إلى مبادئ فوق طبيعية ولكننا منذ اللحظة التي أخذنا نعرف فيها شيئاً عن التفاعلات التي تسبب هذه الميكانيزمات، ومنذ اللحظة التي تمكنا فيها من أن نتبين وجود مجرد احتمال لتدخلنا على المستوى

---

(\*) الاعتقاد بقوة سحرية خارقة لبعض أشياء مادية صغيرة. (المترجم)

الجزئى منذ هذه اللحظة أصبح مالدينا من قيم قديمة قيماً خلافية. وأدت بنا المعرفة الجديدة إلى الشك فى تصورات التراث، بل أنها أدت أيضاً إلى الشك فى المعايير التى تأسست على ما يضافى على القوى الطبيعية من قيم جد سامية ومن خواص سحرية وأصبح من الأصعب والأصعب الحفاظ على توقيرنا توقيراً نسقياً لاتشكك فيه لعمليات غرزت جذورها فى الطبيعة.

توفر تكنولوجيات البيولوجيا الجزيئية التوصل إلى المادة الموجودة فى الأساس من الوراثة فهى تتيح لنا تنفيذ عملية سمكرة (دنا)، وأن نقطعه عند نقط محددة تحديداً مضبوطاً، وأن نوصل نتابعاته معا - وباختصار فهى تتيح لنا أن ننجز فى العمل أنواع التناول التى ينفذها التطور بالسمكرة فى الطبيعة وإذا كان هناك حاجز مانع بين الأنواع ، فقد تمكن البيولوجيون من العثور على الطريقة التى ينجزون بها على مستوى أعمق ما كان هذا الحاجز يمنعه وهذه الأنواع من طرائق التناول التى أطلق عليها مصطلح «الهندسة الوراثية» قد أعطت للبيولوجيا أداة لقدرات لم يكن أحد يتخيلها من قبل جلبت لنا الهندسة الوراثية مدخلا تجريبيا جديداً بالكامل يوصلنا إلى دراسة مسائل معقدة كالسرطان، أو وظائف المخ، أو تنامى الجنين، وأصبحت الهندسة الوراثية الآن آلة لا يستغنى عنها فى معظم مجالات البيولوجيا التجريبية.

على أن الهندسة الوراثية قد أثارت أيضاً الانفعال والعداء بل إنها قد أصبحت أحد المصادر الرئيسية لسوء الظن فى البيولوجيا وليس ذلك بسبب مافيه من مخاطر، فهذه أمور قد نوقشت وليست بأسوأ من المخاطر التى تغلب عليها العلماء منذ زمن طويل فى تجاربهم على البكتريا والفيروسات المرضية، وإنما السبب ببساطة هو فكرة أننا نستطيع أن نأخذ جينات من أحد الكائنات لنولجها فى كائن آخر، فهذه فكرة تثير اضطرابنا. ذلك أنه يبدو لنا أن فكرة استخدام التناول الوراثى أو «دنا المؤلف» فيها مزاحمة لقوى مافوق الطبيعة فهى تستدعى فجأة من ظلمات الزمان بعض الأساطير التى تضرب جذورها فى مخاوف البشر إنها تبعث الرعب الذى تثيره فينا رؤى المسوخ، والنفور المصاحب لفكرة المهجنات فهى كائنات تدمج معاً فى تحدٍ للطبيعة.

وحتى نجد الأدلة المقنعة على هذه المخاوف فإن كل مانحتاجه فقط هو أن نلقى نظرة على الصور التى رسمت ليوم الحشر على مر القرون من ذلك مثلاً صور هيرونيوس بوش فهو يعرض لنا جحيماً تسكنه مسوخ مرعبة بأقصى ما أمكنه تخيله. وأكثر المسوخ إزعاباً هى تلك المكلفة بتعذيب مرتكبي الذنوب، وهى بالضبط مهجنات

غير طبيعية أخلط منفرة من السمك والكلاب، والجرذان والحشرات، والإنسان والطيور فبوش يرى أن أحسن طريقة لبث الخوف هو أن يركب مايوجد من اختلال فى عالمه الخيالى على مايوجد من انتظام فى عالمنا اليومى وتعيد تجارب الهندسة الوراثية بعث هذه الكوابيس القديمة الهندسة الوراثية تستحضر معرفة شريرة؛ معرفة محظورة؛ نفس نموذج المعرفة الذى يجب ألا نحوزه يذكرنا بوش ببروميثيوس، الذى عوقب لأنه سرق النار التى يحتفظ بها للآلهة كم هو شنيع أن يكون من السهل سمكة المادة التى توجد فى صميم جذر الحياة؛ وأن يكون من السهل التلاعب بما لايزال أكثر القصص إعجازاً فى العالم وأشد مشاكله إرباكاً قصة تشكيل الإنسان: عملية يحدث أنها فى أعقاب اتحاد الحيوان المنوى والبويضة، ستطلق العنان لانقسام البويضة وإنتاج خليتين ثم أربع خلايا، ثم كرة صغيرة من الخلايا ثم كيساً صغيراً، وفى أثناء ذلك تظهر خلايا فى هذا الكائن الصغير المحتمل، لتشكل تدريجياً كتلة صغيرة من الخلايا العصبية وتتيح هذه الخلايا لذلك الكائن أن يتكلم، أن يكتب، أن يحسب، أن يعزف الكمان، أن يعبر الشارع بين السيارات أن يرسم لوحة، أن يؤلف كتاباً. فيوجد فى الداخل من هذه الكتلة الصغيرة من الخلايا، الجبر والموسيقى، وبناء الكلمات ودلالاتها، والهندسة ومزج الألحان هل يمكن أن تتخيل قصة أكثر خيالاً من ذلك؟

وَجَّهَ إلى الهندسة الوراثية أخطر نقد يمكن أن يوجه ضد العلم: أنها تعطى البيولوجيين القدرة على الحط من العقل والجسد البشريين معاً واستعبادهما والحقيقة أن القدرة على تغيير البشر ليست شيئاً جديداً لقد كان فى الإمكان بالفعل من آلاف عديدة من السنين إقامة برنامج للانتخاب من بين البشر وتخليق سلالات تختلف إحداها عن الأخرى اختلاف كلاب الرعى البكنية عن الألمانية، والكلاب الدنمركية الكبيرة عن كلاب الباست للصيد والحقيقة أن مزارعى ما قبل التاريخ هم الذين اخترعوا التربية والانتخاب فهذه فنون إمبيريقية، ويمكن تطبيقها على البشر مثلما تطبق على الخيل والبقر بل أن التطبيق قد يكون على نحو أنجح فى البشر، حيث أن أجسادهم ليست متخصصة مثل أجساد الخيل أو الطيور، أو السمك، وتعد مرتبتهم فى مملكة الحيوان من مراتب الهواة. وأفراد البشر يمثلون تنوعاً ملحوظاً فى خواصهم، وبالتالي فإنهم لديهم إمكانات تطويرية هائلة عندما يتعرضون للنظم الانتخابية المختلفة.

الانتخابات بين أفراد البشر هو بالضبط ما كان يدعو إليه ابن عمه داروين، الانجليزى فرانسيس جالتون الذى خلق فى ١٨٨٣ مصطلح "تحسين النسل" (اليوجينيا) الذى يعنى حرفياً "الجينات الجيدة" ويكتب جالتون، "سيكون من الأمور



العملية للغاية إنتاج عرق من الرجال نوى المواهب الراقية عن طريق زيجات فيها حسن تمييز وتظل تجرى خلال أجيال عديدة متعاقبة<sup>(٦)</sup> كان جالتون شخصية عجيبة وكان كعالم بيولوجيا وإحصاء صاحب ذهن جد متألق وحتى يوضح دور وفعالية الصلاة، لجأ إلى المقارنة بين متوسط سن الوفاة عند من يصلى الناس لهم أكثر صلاة - ملوك إنجلترا - ومتوسطه عند الناس العاديين وإذا فشل فى أن يجد أى اختلاف بينهما، فقد استنتج أنه لا جدوى من هذه الصلاة. وقد قضى جالتون جزءاً له قدره من حياته وهو يحلل ويقارن قابلية توارث صفات معينة، بدنية وذهنية معاً، بين صنوف شتى من الأفراد والعشائر. واستنتج من معطياته أن كل الصفات التى درسها صفات وراثية: القدرات الذكائية مثلها مثل الخصائص البدنية، والموهبة مثل التأخر العقلى، والجنون مثل الفقر! وهو يرى أن عمليات التطور والانتخاب الطبيعى تؤدي وظيفتها بلا انقطاع، وبعضها يدفع إلى تدهور النوع البشرى والأخرى تدفع إلى تحسينه. "إن دورنا هو أن نراقب ظهور الفرص حتى نتدخل لإيقاف الحالة الأولى وإعطاء حرية الحركة للحالة الثانية".

ومن هنا كان تعريف تحسين النسل بأنه العلم الذى يتيح للنوع البشرى أن يتحسن، عن طريق إعطاء أفضل "الأعراف" - أى أفضل دماء - الفرصة الأكبر لتخطى الأعراف الدنيا. قصة تحسين الإنجاب البشرى قصة قديمة إنها ترجع وراء لما هو أثري كان أفلاطون يريد أن يجد من مواليد الفقراء الذين كان يعتقد أنهم غير أذكاء أما فى اسبرطة، فكانت هناك لجنة من كبار السن، إذا حكمت على مواليد جدد بأنهم شائهيون يرمى بهم من فوق جرف عال ومازالت هناك إلى الآن ثقافات لاترى للبنات قيمة، وتتخلص من الوليدات الإناث عند مولدهن، أو تتخلص على الأقل من بعضهن وهذا التحسين السلبي للنسل أى التحسين بالإزالة - هو الوجه المقابل لتحسين النسل الإيجابى، أى بالانتخاب - فى محاولة لاستيلاد المواليد الذين تتقبلهم لأقصى ما يمكن والواقع أن لا يحدث قط أن يكون الإنجاب حراً بالكامل. وكل ثقافة لها قواعدها التى تحرم أنواعاً معينة من الزواج كثيراً ما ترتبط بزواج المحارم وحظر فى مجتمعاتنا الغربية الزواج بين أقرب الأقربين ومع التعرف على أمراض وراثية جديدة تزداد أهمية إعطاء "المشورة الوراثية" التى تهدف إلى إنشاء أزواج معينة عن الإنجاب وأصبح الاجهاض أكثر قبولا. وقد استخدمت هاتان الوسيلتان فى أوروبا لاستئصال الثاليسيميا وهناك نسبة عالية من نوى الزيجوت(\*) المخلط فى قرى اليونان حيث يحدث

---

(\*) نوى الزيجوت المخلط يحملون جينا واحداً للثاليسيميا، فهم حاملون للمرض وليسوا مرضى.



كثيراً أن تكون الزيجات مرتبة من الأهل، ولهذا فقد جرت محاولات لإجراء تشخيص قبل زواجي يحتفظ عموماً بنتائجه في السر بحيث يمنع زواج مخطط الزيجوت معاً وكانت النتيجة الوحيدة لذلك هي أن أمنع أى زواج مخطط الزيجوت، ذلك أنه سرعان ما كان سائر السكان يكتشفون أمرهم. وبدأت محاولات استئصال المرض في سردينيا وقبرص في وقت متأخر عن ذلك، وكان قد أصبح من الممكن وقتها ألا يقتصر الأمر على تعيين مخطط الزيجوت الحاملين للمرض، وإنما أصبح من الممكن أيضاً إجراء تشخيص قبل ولادى للثاليسيميا وقد فضل الناس في هذه بالثقافات أن يتزوجوا بحرية ويجهضوا الجنين إن كان له تركيب وراثى أصيل الزيجوت(\*) . فكانت النتيجة هنا انخفاضاً له قدره في معدل المرض.

ظهر في هذه البلاد أن التحسين السلبى للنسل يقبل التحمل تحملاً أكثر، ويقبل التناول على نحو أكبر، من التحسين الإيجابى كما بدا أنه يجابه صعوبات أقل من التحسين الإيجابى ومع ذلك يظن الكثيرون من نوى النوايا الطيبة أنه من الممكن من حيث المبدأ في المجتمع الذى يدعم حقوق الأفراد أن نحسن من ذريتنا القادمة بما هو متاح من قبل من معرفة ودراية بسر الصنعة، في إجراءات من نوع منظومة الزيجات المحكومة أو "الموصى بها" وإجراء تنظيم لعدد الأطفال الذين يسمح بهم لكل زوجين وثمة دعوة إلى استخدام منى متجمد من واهبين يتم اختيارهم بعناية بل أن بعض الناس يتحمسون لفكرة منى يؤخذ من الحاصلين على جائزة نوبل (ولعل ذلك لأنهم لم يعرفوا أى واحد من الحاصلين على نوبل) ولكن كيف يكون لنا أن ننتخب صفات مركبة توجهها منظومات متعددة الجينات لا نعرف شيئاً عنها؟ إننا نعرف بالنسبة للكلاب أو البقر ماتكونه الخواص المميزة التى نريد انتخابها أما مع البشر؟ وإذا أخرجنا من سياقنا العوامل التى تتحكم في الصفات البسيطة وتتبع قوانين مندل في عزلها، فما هى الجينات التى سنعدها الأفضل؟ وبعدها فكما يقول برناردشو، ما الذى فعلته الذرية القادمة لى بحيث ينبغى على أن أفعل شيئاً لها؟.

حدث عند بداية القرن تقبل جيد لعلم جالتون لتحسين النسل، ونظر معظم علماء الوراثة نظرة محبذة للنظرية وكان من بينهم بعض من أكبر الأسماء مثل مورجان، وفيشر، وهالدين، ومولر، وغيرهم ويل إن العديدين منهم خططوا سيناريوهات تهدف إلى تحسين المستودع الجينى المشترك، وتشكلت جمعيات لتحسين النسل في إنجلترا والولايات المتحدة وبدأت في الولايات المتحدة برامج لتعقيم آلاف عديدة من الأفراد

---

(\*) الجين نو الزيجوت الأصيل يحمل جينين للثاليسيميا، وبالتالي سيصيبه المرض. (المترجم)

الذين يوصفون بأنهم "معييون عقلياً" وذلك عبر فترة من حوالى عشرين عاماً ولاشك فى إخلاص كل أولئك العلماء الذين دعموا تحسين النسل وطوروه فى نظرية وطرحوا الوسائل لاستخدامه فقد كانوا يؤمنون بصحة علمهم هذا وكانوا يريدون استخدامه لفائدة البشرية ولكنهم لم يدخلوا هتلر فى حساباتهم.

من الصعب أن نصدق أن أيديولوجية النازى العرقية لم تغذها أفكار تحسين النسل التى يرجع تاريخها إلى بداية القرن، وذلك كما يحاج بإقناع دانييل كيفلز فى كتابه (باسم تحسين النسل)<sup>(٧)</sup> وكان عالم الوراثة الأمريكى تشارلز ب. دافينبورت من بين مؤيدى النظرية من ذوى النفوذ وهو الذى أسس معمل كوليسبرنج هاربور لدراسة التطور البشرى وجذب تحسين النسل دافينبورت جاذبية لاتقاوم فكان يريد حماية السكان البيض فى الولايات المتحدة مما كان يعتبر أنه تلوث وراثى بواسطة السود، والبولنديين والإيطاليين وكان يرأس الاتحاد الدولى لمنظمات تحسين النسل. وبكل مكانته هذه طلب دافينبورت من صديقه يوجين فيشر أستاذ الأنثروبولوجيا فى جامعة برلين وأحسن علماء الوراثة البشرية فى ألمانيا، أن يرأس لجنة أبحاث تهجين الأعراق. كان فيشر أيضاً أحد مؤلفى كتيب إرشادى عن "الوراثة البشرية والصحة العرقية" وقد غذى هتلر وهو فى سجنه مذهب العرقى من هذا الكتيب وعندما انتخب فيشر رئيساً لجامعة برلين عبر عن رضاه عن تدخل السلطة السياسية فى حياة البلد، كما يبدو المثل لذلك فى السياسة البيولوجية للسكان التى تهدف إلى استئصال الكائنات المنحطة وفى نفس هذه الفترة، قارن كونراد لورنز بين استئصال الأفراد غير الاجتماعيين بسبب عيب مكوناتهم وبين استئصال الورم الخبيث، وتبدو له عملية الاستئصال هذه أسهل وأقل خطورة فى الحالة الأولى عنها فى الثانية وتنتقل من فيشر إلى تلميذه وخليفته الأستاذ كونت أوتمار فون فرشور المتخصص فى الطب الباطنى ومن هذا إلى مساعده المشهور د. جوزيف منجيل، النقيب فى قوات العاصفة وطبيب معسكر أوشفيتز تحت إدارة فيرشور.

وصف عالم الوراثة الألمانى بنو مولر هيل<sup>(٨)</sup> كيف كان فيرشور ومنجيل يعملان مع أحسن علماء ألمانيا. وكان يجرى تنفيذ أبحاثهم المزعومة من خلال المؤسسات العلمية الرسمية واستفادت هذه الأبحاث من برنامج المنح التى تهبها منظمات متخصصة وقد تم وصف هذه الأبحاث فى تقارير منتظمة عن تقدمها. وكان كل شئ يجرى حسب الإجراءات العلمية المعتادة هكذا لم يحدث أى انقطاع أو توقف ابتداءً من جالتون حتى منجيل وثمة تقدم خفى من عالم حسن النية، ينظر فى معمله، إلى آخر يمارس الحقن

الإجرامى لمادة الفورمالين فى قلوب التوائم اليهود أو الفجر بحيث يتمكن من انتزاع عيونهم المتعددة الألوان، أو حقن الأطفال بالتيفود ليتمكن من مقارنة رد الفعل عند التوائم المتطابقة وغير المتطابقة.

ليس فى وسعنا أن ننسى ذلك ونحن فى هذا العصر، عصر الهندسة الوراثية، ومشرف الطاقم الوراثى البشرى والأبحاث الجينية، والبيولوجيا الاجتماعية. ولا يمكن أن نتصرف وكأن شيئاً لم يحدث فى معسكرات ألمانيا النازية ومايهمنا هنا ليس دور الطبيب الذى أجرى فى هذه المعسكرات ما زعم أنه "تجارب" وإنما مايهم هو العالم الذى أوحى بالنظرية. مايهمنا هو مسئولية من قدموا ذلك المبدأ الذى تأسس عليه أكثر صورة فجّة ممكنة من مذهب الحتمية البيولوجية ومن السهل الآن مع حكمة التبصر وراء، أن نتبين أن معظم الأفكار التى "ألهمت" حركة تحسين النسل لم يكن هناك أى تبرير لها على أن الكثيرين من أتباعها كانوا رجال علمٍ محترمين بالكامل يعتقدون أنهم يتصرفون من أجل الصالح العام. وإذن أين كان الخطأ فيهم؟.

كان الخطأ فيهم أنهم لم يتمعنوا بدقة نقدية كافية فى صميم مفهوم تحسين النسل وما يتضمنه وهم على وجه الخصوص لم يقيموا تقييماً صحيحاً نتائجها الاجتماعية. الخطر الذى يتعرض له العالم هو ألا يختبر حدود علمه وبالتالي حدود معرفته وهو أن يخلط بين ما يعتقده وما يعرفه وهو بوجه خاص يقين العالم بأنه مصيب لم يكشف علماء الوراثة لغير العلماء كشفاً وافياً عن آرائهم فى تحسين النسل. ولم يتصلوا بسائر المجتمع اتصالاً كافياً قبل طرح مبدأ يؤثر تطبيقه فى المجتمع تأثيراً عميقاً. وبالإضافة فإن العلماء كثيراً ما يعملون بالتجريدات أو بالمفاهيم. وحتى يواصل العالم تحليله فلا بد له فى أحيان كثيرة من تفكيك الكائن الحى الذى يريد دراسته فهو يهتم "بشئ" أو "منظومة" – أحد الأعضاء نسيج، نوع خلية، بروتين، جين، وما إلى ذلك. والشئ لا كرامة له، وليس له حقوق فنحن نستطيع أن نفعل بالشئ ما نشاء بدون التماس إذن منه. أما العمل بالبشر فلا يماثل ذلك مطلقاً فينبغى ألا نحاول إجراء تجربة من أى نوع على أفراد البشر إلا بموافقتهم ويجب الحفاظ على احترام كرامة الفرد البشرى فى كل الظروف وحتى لو كان الإنسان نفسه هو الشئ، فإنه يجب أن يبقى ذاتاً.

يطرح أحياناً ألا نواصل إلا أبحاث "الخير" وحدها، الأبحاث التى يفترض أنها تجلب فقط المنافع للنوع البشرى، وأن ننبت الأبحاث "الشريرة" أى الأبحاث التى قد تسبب المشاكل. إن من يطرح اقتراحاً كهذا لابد وأنه لا يحسن فهم العلم فالبحث عملية لانهاية لها أبداً ولا يمكننا التنبؤ بتطورها وعدم القابلية للتنبؤ أمر فى صميم طبيعة

المشروع العلمى وإذا كان ماسنعثراً عليه جديداً حقاً، فإنه حسب التعريف شئ لا يمكن أن نعرفه مقدماً ولا سبيل لأن نتنبأ بما سيؤدى إليه مجال معين من البحث، وبالتالي بما ستكونه تطبيقاته الممكنة وهذا هو السبب فى أننا لا يمكننا أن نختار ببساطة جوانب معينة من البحث وننبذ جوانب أخرى.

وهناك اقتراح آخر يُطرح أحياناً: أوقفوا الأبحاث الوراثة إنها ستفتح أبواباً ينبغي ألا تُفتح، أبواباً قد يكمن وراءها نتائج يمكن مثلاً أن تؤدى لزيادة مخاطر التوترات العرقية ويذكرك هذا بأدم أو بروميثيوس ولكن العلم ليس بخطر، إنما الجهل هو الخطر. ومع كل ما يوجد من اختلافات ثقافية، وسياسية، ودينية - ناهيك عن الاختلافات العلمية - يكون من الصعب أن نتصور ما هى تلك السلطة التى ستكون فى وضع يخول لها أن تغلق كل معامل الوراثة فى العالم، وأى حجج ستستند عليها لذلك بالإضافة فإن هذا سيعنى أن نعزل أنفسنا، ليس فحسب عن الوراثة «الشريرة» بل وأيضاً عن تلك «الخيرة» فى حين أن طبنا سيتأسس فى المستقبل على الوراثة إلى حد كبير. قرر السوفييت بعد الحرب العالمية الثانية أن الوراثة علم بورجوازي يجب نفيه من البلاد الشيوعية، وكان ذلك القرار لأسباب أيديولوجية بحتة وفيه تجاهل بالكامل لقيمة معطيات علمية اكتسبت طيلة ثلاثين عاماً من أرجاء العالم كله وبناء على أوامر ستالين حل مكان علم الوراثة نظريات ليسنكو الجنوبية ونتائج ذلك معروف جيداً فقد توقفت تماماً فى بلاد أوروبا الشرقية لعقود عديدة أى تنمية للبيولوجيا وتطبيقاتها وذلك فى الزراعة والطب معاً. وما زالت هذه البلاد تعاني للآن من ذلك.

وإذن، فما هو المستوى الذى نفصل فيه بين التطبيقات الخيرة والشريرة؟ أياكون ذلك مثلاً فى العلاج الجينى (\*) الذى سوف يزدهر فى السنوات القادمة؟ يقول ألبير كامو، "الوسيلة الوحيدة لمقاومة الطاعون هى تهذيب السلوك المشترك" (٩) وتهذيب السلوك هو ماينبغى أن يقى العلماء من استخدام علمهم فيما يضر وتهذيب السلوك هنا يعنى أن العلماء عليهم إلزام أنفسهم بقول الحقيقة، ولكنها ينبغى أن تكون الحقيقة كلها ولا شئ غير الحقيقة، وعليهم أولاً وفى المقام الأول أن يجاهروا برأيهم وأن يجعلوا أنفسهم مفهومين عند الجمهور ويجب عليهم أن يشرحوا لمعاصريهم مايفعلونه، وإلى أى مرحلة وصل علمهم وماهو الجديد، وما الذى يمكن توقعه، وكيف حدث أن اتخذت فكرة العلاج الجينى شكلها تدريجياً، تلك الفكرة المزعجة نوعاً ما والتى تهدف لعلاج الأمراض

---

(\*) علاج الأمراض بإيلاج جينات سليمة بدل تلك المعيبة أو الناقصة. (المترجم)



الوراثية بأن توفر للمرضى نسخاً صالحة للعمل بدلاً من جيناتهم المعيبة. فيجب على علماء الوراثة أن يبرهنوا على الصعوبات والآمال التي يجلبها هذا التكنيك. ويجب عليهم أن يبينوا وجود موقفين اثنين يختلفان تماماً. يجرى في الموقف الأول إزالة خلايا من النسيج القالف - كخلايا الدم مثلاً- وإيلاج نسخة سليمة من الجين المصاب قبل إعادة حقن المريض ثانية بخلاياه الخاصة به بعد علاجها هكذا. وهذا العلاج لخلايا جسدية مفردة هو من حيث المبدأ لايفترق عن الممارسات الطبية الأخرى التي ترسخت جيداً: أى العلاج بعضو صناعى بديل، أو بالترقيع أو زرع الأعضاء.

على أنه يمكننا أيضاً أن نحقق الجين بطريقة تجعله مندمجاً في كل خلايا الجسد، بما في ذلك الخلايا الجرثومية أو التكاثرية التي سيمررها الشخص بعدها إلى سلالاته والموقف هنا أكثر تعقيداً بكثير. حتى نحصل على هذه النتيجة فإننا في الواقع سنحقن (دنا) في البويضات المخصبة قبل أن يحدث أى انقسام. ولإعداد الأجنة هكذا، وسيكون هذا بالضرورة بالإخصاب فى أنابيب العمل، سنحتاج إلى الحصول على سلسلة من الأجنة سيكون من بينها دائماً أجنة سوية، لم يصيبها ضرر من الآفة وعندها سيكون اختيار هذه الأجنة السليمة أبسط كثيراً من حقن الأجنة غير السليمة. وبكلمات أخرى يبدو لا يوجد أى تبرير قوى للعلاج الجينى فى هذا السياق ومن ناحية أخرى من الممكن باستخدام هذا التكنيك إضافة صفة وراثية جديدة كأن يضاف مثلاً جين يمكن أن يضيف مزايا معينة على البشر. وهذا يجرى حالياً تنفيذه فى الحيوانات والنباتات أما فى حالة البشر فإن الهدف يختلف، إن فيه انتهاك للإرث الوراثةى للبشرية لم تعد بعد النقطة المهمة هنا هى شفاء أحدهم وإنما هى تحويله، أو قبولته وفيما يبدو فقد اتفق كل البيولوجيين على تجنب ذلك بأى ثمن. وأياً كان ما يحدث فليس للعلماء بأى حال أن يعطوا القرار فى مسائل بهذا الحجم فهذا من شأن المجتمع، شأن المواطنين ودور العالم هو أن يطرح الموقف عليهم، ويسرد تفاصيل الإمكانيات والمزايا، والمخاطر وهذا كله يمكن شرحه شرحاً بسيطاً ولا يمكن أن يتبدد خوف الجمهور من المجهول إلا بأن يتفهم هذا الجمهور المشاكل المرتبطة بالوراثةيات. والوضع المثالى هو أن يصبح أفراد الجمهور قادرين على تصور هذه القضايا ومناقشتها كما فعلوا مثلاً بالنسبة للإجهاض أو القتل الرحيم(\*)، أو استخدام إجراءات غير معتادة للحفاظ على الحياة.

---

(\*) القتل الرحيم هو السماح للأطباء بقتل المصابين بمرض شديد، بطريقة لا ألم فيها، ويأذن من المريض. (المترجم)



لايكفى أن تقال الحقيقة، فيلزم أن تقال "كل" الحقيقة ولا يحتفظ بأى سر. ومسئولية العالم هنا أعظم فينبغى ألا يسقط فى الظلام أى شئ يشك فيه بالنسبة لما هو ممكن من التطبيقات أو المخاطر، ويجب على العالم فى حالة العلاج الجينى أن يصف كل مصاعب المهمة والأخطار الممكنة فيتحدث عن ناقلات الجين(\*) . ويوضح دور الفيروسات المولفة. ويبرهن عملياً على إمكان أن يستقر (دنا) المحقون قريباً من جين سرطانى الأمن الذى يمكن أن يطلق العنان لحالة سرطان، ويجب عليه أن يقيس الخطر المحتمل ويشرح السبب فى أن هذا الخطر يستحق التعرض له فى مواجهة شدة المرض وغياب أى علاج آخر.

وأخيراً، يجب على العالم ألا يقول شيئاً سوى الحقيقة ومن الخطأ أن يبالغ فيعد بإحضار القمر فى محاولة للحصول على منحة أو شهرة، أو أن يجعل الناس يؤمنون بأن كل الأمراض ستشفى فى الغد. ظهرت بدايات العلاج بالجينات فى الولايات المتحدة عن طريق التجارب التى أجريت للتدخل ضد أنواع معينة من السرطان وينبغى ألا نجعل الناس يعتقدون أن العلاج بالجينات سيتيح لنا سريعاً التحكم فى كل الأورام الخبيثة، أو أن أحد الأمراض الوراثية سيقهر تو أن يتم عزل تتابع (دنا) الذى يسبب هذا المرض. وليس مما يهم الجمهور أن يعرف إن كانت نظرية علمية معينة صحيحة أم لا، كنظرية الأصل البكتيرى للميتوكوندريا(\*) مثلاً. ومن الناحية الأخرى، فمن المهم للجمهور أن يعرف إن كان يمكن عن طريق العلاج بالجينات شفاء مريض باعتلال دوشين العضلى أو التليف الكيسى وبالمثل فإن من المهم للجمهور أن يعرف إن كانت القدرات العقلية للأفراد تسلك كصفات مندلية بسيطة؛ بمعنى ما إذا كانت محتمة بيولوجياً. والعالم عندما يتحرك فى مجال له نتائج اجتماعية هائلة، يكون من الواجب عليه أن يحرص بالذات على مايقوله ومن المهم أن يبين بوضوح حدود التحليل الوراثى بدون مطه إلى نطاقات مازال مايعرف عنها من المعلومات منقوصاً. سنظل دائماً ضحايا لزيوس وبندورا، وزيوس عندما حبس كل شرور الدنيا فى الصندوق الذى فتحته بندورا قد أجبر البشرية على أن تحارب لتظل باقية وأن تظهر الخيال والإبداع لحماية نفسها من البرد، ومن الجوع، ومن المرض، وشتى الأخطار الأخرى لقد حكم على أفراد البشر بمواصلة بحث لايتوقف أبداً.



(\*) يتم نقل الجينات السليمة لداخل خلايا الجسم باستخدام ناقلات لها كالفيروسات. (المترجم)  
(\*) نظرية بأن الميتوكوندريا الموجودة فى خلايا الإنسان لها أصل تطورى عند اندماج خلايا البكتريا إلى كائن متعدد الخلايا. (المترجم)

## المراجع

- 1- Sophocles. Oedipus the king; Oedipus of Colonus; Antigone. 2nd ed., trans. David Grene (Chicago: University of Chicago Press, 1991), p.175.
- 2- Albert Camus, "Prometheus in the Under world," in Lyrical and Critical Essays, ed. Philip Thody; trans, Ellen Conroy Kennedy (New York: Knopf, (1968), pp. 138-139.
- 3- Victor Hugo, William Shakespeare, Trans. A. Baillot (Boston: Estes and Lauriat, n.d.), p.96.
- 4- Alfred Louis Kroeber, "Totem and Taboo in Retrospect," in the Nature of Culture (Chicago: University of Chicago press, 1968), p.307.
- 5- Claude Lévi- Strauss The Elementary Structures of Kinship. (Boston: Beacon press, 1969) p.24.
- 6- Francis Galton, Hereditary Genius: An Inquiry into Laws and Consequences (London: J. Friedman, 1978 (1869)) P.1.
- 7- Daniel J. Keveles, In the Name of Eugenics: Genetics and the uses of Human Heredity (Berkeley: University of California Press, 1986).
- 8- Benno Müller - Hill, Murderous Science: Elimination by Scientific Selection of Jews, Gypsies, and Others, Germany 1933 - 1945 (Oxford: Oxford University press, 1988).
- 9- Albert Camus, The Plague, trans. Stuart Gilbert (New York: Knopf, 1948), p. 150.



## الجمال والحقيقة

يقول ألبرت أينشتاين «إذا أردت أن تكتشف من الفيزيائيين النظريين أى شئ عن الطرائق التى يستخدمونها، فعليك ألا تستمع لكلماتهم، وأن تركّز انتباهك على أفعالهم.»<sup>(١)</sup> يعتبر معظم الناس أن البحث العلمى عملية منطقية بحتة، نشاط بارد صارم كما يبدو هكذا فى المراجع العلمية أو كتب تاريخ وفلسفة العلم. ويناقد الفلاسفة من جانبهم المنهج الفرضى - الاستنباطى إلى ما لا نهاية وهم يحللون عملية الاكتشاف بالتفصيل وهم يتحدثون عن الحقيقة و«الاحتمال» بينما يصف العلماء نشاطهم بأنه سلسلة حسن انتظامها من الأفكار والتجارب ترتبط معاً فى تتابع منطقى محكم ويجرى الفكر فى المقالات العلمية فى طريق رئيسى يمضى به من الظلام إلى النور بدون أدنى خطأ، وبدون أى أثرٍ من قرارٍ سئٍ، وبدون بلبلّة فلا شئ سوى استدلال يتصف بالكمال لا يأتى به الخطأ.

إلا أننا عندما ننظر نظرة أقرب إلى «مايفعله العلماء» فلعلنا سندعش عندما نجد أى الأبحاث تشمل بالفعل معاً مايسمى بعلم النهار وعلم الليل وعلم النهار يتطلب أعمال حجاج تتشابك كالتروس ونتائج لها قوة اليقين. ويثير تنظيمه التقليدى إعجابنا مثل تنظيم لوحة لدافنشى أو فوجة(\*) لباخ. ويمكننا أن نتجول فى علم النهار وكأننا فى حديقة فرنسية(\*). وعلم النهار هو يعى تقدمه، ويتيه بماضيه ويثق فى مستقبله يمضى قدماً بالضياء والتمجيد.

وفى تباين مع ذلك يهيم علم الليل فى عماء فهو يتردد، ويتعثّر، ويرتد، ويعرق، ويتنبه مجفلاً. وإذا يشك علم الليل فى كل شئ، فهو يحاول للأبد أن يجد نفسه، ويسأل نفسه ويتراجع مستجمعاً نفسه. وعلم الليل نوع من ورشة للعمل فيما هو ممكن حيث يتم صنع ما سيصبح مادة بناء العلم وحيث تبقى الفروض فى شكل أحاسيس مبهمة بما سيقع وفى شكل انطباعات غامضة وحيث الظواهر مازالت لاتزيد عن مجرد أحداث مفردة بلا رابطة بينها وحيث تصميم التجارب لم يكد يتخذ شكله وحيث الأفكار تشق طريقها فى دروب متعرجة، وأزقة ملتوية تؤدي فى الغالب إلى لامكان وحيث كون العقل

---

(\*) الفوجة شكل من التأليف الموسيقى تتأوب أجزاءه تناول موضوع موسيقى ثم الرد عليه بينما الجزء السابق يصاحب أو يضاد الجزء التالى. (المترجم)

(\*) الحديقة الفرنسية معروفة بمحاولة إظهار ترتيب وتنسيق الإنسان لها، عكس الحديقة الانجليزية التى تعرف بمحاولة جعلها تشبه الطبيعة الخام. (المترجم)

تحت رحمة الصدفة فيقلب الرأي في متاهة تغمرها الإشارات بحثاً عن علامة إيماء صلة غير متوقعة، ويظل العقل يدور حول نفسه كالسجين في زنزانته وهو يبحث عن مخرج، بصيص من الضوء، ويظل يتذبذب إلى ما لانهاية بين الأمل والإحباط، والانبساط والانقباض. وليس من طريقة للتنبؤ بما إذا كان علم الليل سيصبح قط علم نهار؛ وبما إذا كان السجين سيخرج من الظلام وإذا حدث هذا بالفعل فهو صدفة خالصة - مجرد فلة، ويحدث ذلك بلا سابق إنذار، مثل تولد تلقائي، في أى مكان، وفي أى زمان، وكأنه البرق ولا يهتدى العقل هنا بالمنطق وإنما تهديه الغريزة والحدث والحاجة للفهم والشغف بالحياة ويحدث من خلال حوار داخلي لامتناهٍ ووسط مالا يحصى من فروض ومقارنات، وتوليفات وتداعيات تعمل في العقل بلا توقف، يحدث أحياناً وسط هذا كله أن يظهر لهب يشق الظلام، ويثير المشهد العام فجأة بضوء يعمى الأعين ويثير الرهبة، فهو أقوى من ألف شمس ثم يأتى بعد الصدمة الأولى نضال مضمّن مع طرائق التفكير القديمة ويدور صراع مع كون المفاهيم التي توجه استدلالنا فما زال لا يوجد بعد ما يخول لنا أن نقول ما إذا كان الفرض الجديد سيتنامى ليتجاوز مخططة الابتدائي الخام ويصبح منقحاً مستكماً، وما إذا كان سيجتاز امتحان المنطق وما إذا كان سيتم تقبله كعلم نهار.

عندما يجلس أحد العلماء ليكتب مقالاً ينشر فيه نتائج بحثه، فإنه بوعى أو بدون وعى، ينسى علم الليل ويتحدث فقط عن علم النهار، ويكون عليه أن يضيف على هذه المعطيات شكلاً يمكن له أن يستخلص منه حكاية معقولة سوف تصبح السرد الرسمي لبحثه، ويجب أن تكون قصة قوية ومقنعة بما يكفى لإقناع زملائه، وتجعلهم يتخذون وجهة نظره، بل وتلقى أيضاً بالضوء على أبحاثهم هم أنفسهم.

إنها في الحقيقة خبرة غريبة، فالعلم فوق كل شئ عالم من أفكار في حركة. وكتابة سرد للبحث تعنى إيقاف حركة هذه الأفكار، أى تجميدها ويشبه ذلك أن نصف سباقاً للخيل من لقطة فوتوغرافية، كما أن هذا أيضاً يحدث تحولاً في صميم طبيعة البحث؛ فهو يجعله رسمياً، فالكتابة تضع تسلسلاً أجيد تنظيماً من المفاهيم والتجارب بدلاً من خليط من جهود غير منظمة، لمحاولات تولدت من ولع بالفهم. ولكنها تتولد أيضاً عن رؤى، وأحلام، وارتباطات غير متوقعة، وتبسيط للأمور كثيراً ما يبدو طفولياً، وعن سبر للأعماق يوجه عشوائياً، ولا فكرة حقيقية عما سينتهى إليه الأمر - وباختصار - فإنها تتولد عن خلل النظام والهيّاج الذين يبعثان الحياة في المعمل، ومع ذلك، يحدث أثناء تقدم العمل إغراء بأن نحاول فرز تلك الأجزاء التي تكون نتيجة للحظ وتلك التي تكون



نتيجة للإلهام. إلا أنه حتى يمكن تقبلُ أي عمل بحثي، وحتى يمكن أن تُتخذ طريقة تفكير جديدة، سيكون علينا أن نظهر هذا البحث من أي خبث انفعالي أو لاعقلاني. فنزيل عنه أي أثر شخصي، وأي رائحة بشرية. هكذا نتخذ الطريق الرئيسي الذي يتوجه بنا من لعثمة الطفولة إلى النضوج المزدهر، وهكذا يحل محل الترتيب الحقيقي للأحداث والاكتشافات ما ينبغي أن يكون الترتيب المنطقي، الترتيب الذي كان ينبغي أن يتبع لو كان الاستنتاج معروفاً منذ البداية. ثمة نوع من الطقوس التي تؤدي عند طرح النتائج العلمية، شيء يشبه نوعاً ما كتابة تاريخ لإحدى الحروب يتأسس فقط على التقارير الرسمية لرجال الجيش.

اتخذت العلوم شكلها الحديث عند نهاية "عصر النهضة" (\*) كان الرجل الغربي وقتها يغير من علاقته بالعالم تغييراً عميقاً، جاهداً في أن يزيد من حسن استخدام براهين حواسه حتى يبني الكون المحيط به، وعصر النهضة هو الذي حدث أثناؤه أن اتخذ الفن الغربي اتجاهاً يختلف اختلافاً جذرياً عن فن الثقافات الأخرى، وغيّرت أوروبا من صميم وظيفة الرسم خلال أجيال معدودة، مع ابتكار الضوء والمنظور، التعبير والعمق وقبل هذه النقطة كان الرسم رامزاً، ومن الآن فصاعداً أصبح متصوفاً.

عندما نزور أحد المتاحف، سنرى سلسلة من محاولات متتابعة تذكر بما حدث من محاولات في العلم، وابتداءً من الرسم البدائي حتى الباروك (\*)، لم يتوقف الرسامون أبداً عن تحسين طرائقهم في التصور، وفي إظهار الكائنات والأشياء بقدر ما يمكن من الإخلاص، واستخدموا الإيهام البصري لإحكام اتقان عالم جديد تماماً، عالم مفتوح من كل الجوانب، وهناك انقطاع حقيقي بين لوحة المايونا لكيمايو (\*) وقد توقفت عن الحركة وهي في خمازها أمام منظر خلوي رمزي، وبين لوحة امرأة لتيتيان (\*)، وقد تمددت بحرية وهي عارية فوق سريرها، وهذا الانقطاع يطابق الانقطاع الذي يفصل العالم المقفل للعصور الوسطى عن الكون اللانهائي الذي وصفه جيوردانو برونو (\*).

---

(\*) بدأ عصر النهضة الأوروبية في إيطاليا في القرن الرابع عشر واستمر في سائر أوروبا إلى القرن السابع عشر. (المترجم)

(\*) الباروك أسلوب في الرسم ساد في القرن السابع عشر ويتميز بدقة الزخرفة وأحياناً بفرابتها. (المترجم)

(\*) جيوفاني كيمايو رسام إيطالي في القرن الثالث عشر يعد رائد مدرسة الرسم الواقعية. (المترجم)

(\*) تيتيان أحد كبار رسامي عصر النهضة الإيطاليين في القرن السادس عشر. (المترجم)

(\*) جيوردانو برونو (١٥٤٨ - ١٦٠٠) عالم فلك إيطالي من بين أول من أنكروا فكرة أن الأرض مركز الكون، وقد أعدم حرقاً بسبب نظرياته هذه التي عنت وقتها هرطقة. (المترجم)

والحقيقة أن ما نلاحظه من تغير في الرسم يعكس الجيشان العام الذي نتج عن فتح الكرة الأرضية سياسياً وعن النظرة الجديدة للعالم التي بدأ الرجل الغربي في بنائها. لقد حورت أوروبا من كل ثقافتها فيما بين القرن الثالث عشر والعصر الكلاسيكي. ولم يقتصر الأمر على أن حل التصور مكان الرمز، بل وحل تعدد النغمات بدل النغمة الوحيدة، والفعل بدل الدعاء، والدراما بدل السرد الغامض، والرواية بدل الحكاية والتاريخ بدل السرد الزمني، والنظرية العلمية بدل الأسطورة. كما ينبغي ألا ننسى أن بنية الأسفار اليهودية-المسيحية كانت إلى حد كبير مسئولة عن نشأة العلم الحديث، فقد تأسست هذه الأسفار على مبدأ نظام يسود كونا خلقه إله لا يكون هو نفسه جزءاً من الطبيعة، وإنما هو يوجهها بواسطة قوانين مفهومة للعقل البشري.

يلعب العلم والأسطورة بأحد المعاني أدواراً متشابهة؛ فكلاهما يلبيان حاجة للعقل البشري، ويمدان بتصور للعالم والقوى التي تتحكم فيه، ويجب أن يكون هذا التصور موحداً ومتماسكاً حتى يمكن تجنب إثارة القلق وانفصام الشخصية، وعندما يتعلق الأمر بالوحدة والتماسك فإن العلم ببساطة لا يمكنه منافسة الأسطورة، والحقيقة أن العلم يبدو أقل طموحاً، فهو لا يحاول أن يفسر كل شيء مباشرة، وإنما يقصر نفسه على أسئلة محددة بوضوح، فهو يتوجه إلى ظواهر أجيد رسم حدودها ويحاول تفسيرها بالاستعانة بتجارب تفصيلية. والعلم يعرف الآن أن إجاباته لا يمكن إلا أن تكون فحسب إجابات جزئية ومؤقتة.

وفي تباين مع العلم، فإن الأنساق التفسيرية الأخرى -كالسحر والأسطورة- تجهد في أن تكون شاملةً فلديها إجابات عن كل الأسئلة، في كل المجالات وهي تصف بلا تردد حالة الكون الحاضرة، وليس هذا فحسب، وإنما تصف أيضاً أصل الكون بل وحتى مستقبله، إننا نسلم بأن أفراداً كثيرين لا يتقبلون أنواع التفسيرات التي يمد بها السحر أو الأسطورة، ولكن من الذي يستطيع إنكار ما فيهما من تماسك ووحدة، باعتبار أنهما لا يتطلبان إلا حجة بديهية واحدة للإجابة عن كل الأسئلة وحل كل المشاكل؟ وعلى الرغم من أن النظم التفسيرية سواء من السحر أو الأسطورة أو العلم، تختلف اختلافاً شديداً، إلا أنها كلها تعمل حسب نفس المبدأ، وكما يقول جان بيرين<sup>(٢)</sup>، فإن النقطة المهمة هي دائماً أن نفسر العالم المرئي بأنه نتيجة لقوى غير مرئية؛ أن نعلل ما نلاحظه حسب ما يمكننا تخيله، فيمكن النظر إلى الرعد على أنه علامة على غضب زيوس، أو أنه اختلاف في الجهد الكهربائي بين الأرض والسحب، ويمكن رؤية المرض على أنه نتيجة تعقب عمل سئ للمرء في طور من أطوار تناسخه

حسب البوذية، أو على أنه نتيجة لعدوى بجرثومة أو فيروس، إلا أنه في كل الأحوال، تبدو الظاهرة المرصودة كنتيجة مرئية لسبب خفى له علاقة بشبكة القوى غير المرئية التي نعتقد أنها تتحكم في العالم.

سبق أن قلت أن العلم يبدو لأول وهلة أقل جسارة من الأساطير بالنسبة لأسئلته كما بالنسبة لأجوبته. والواقع أننا نعتبر أن العلم الحديث قد بدأ عندما توقف ممارسوه عن أن يسألوا: من أين أتى الكون؟ مم تصنع المادة؟ ما هي الحياة؟ وبدأوا بدلاً من ذلك يسألون: كيف تسقط قطعة الحجر؟ كيف يسرى الماء في أنبوبة؟ كيف يدور الدم في الجسد؟ وهذا تغير مذهل. فإلقاء الأسئلة العامة قد أدى دائماً لإجابات محدودة فحسب، وفي تباين مع ذلك فإن إلقاء أسئلة محدودة نتج عنه أن توفر مزيد ومزيد من الإجابات العامة.

يُنشئ الإنسان نظرة إلى العالم تكون دائماً إلى حد كبير نتاج التخيل، سواء كانت هذه النظرة علمية أم أسطورية، ومن الشائع الاعتقاد بأنه حتى يؤدي المرء بحثاً علمياً سيحتاج فقط إلى أن يقوم بالملاحظة وجمع نتائج التجارب حتى تنبثق عنها إحدى النظريات، على إنه لا وجود لشيء من هذا، يستطيع المرء أن يتأمل شيئاً من كل زاوية له طيلة سنين، ولا ينتج أبداً أى ملاحظة لها أدنى أهمية علمية، فالوصول إلى ملاحظة لها قيمتها يعنى أن تكون لدينا بعض فكرة عما يكون هناك لتلاحظه منذ البداية، وكثير ما تقع أوجه التقدم العلمى بأن يظهر فجأة إلى النور جانباً من الأمور لم يكن معروفاً ولا يكون هذا بالضرورة بسبب وفود جهاز جديد، وإنما يكون بسبب طريقة أصيلة في اعتبار الأمور والنظر إليها من زاوية غير متوقعة، بمنظور جديد، نظرة تسترشد دائماً بمفهوم معين عما تكونه "الحقيقة" أو ما يمكن أن تكونه، ولن تنبثق ملاحظة مفيدة بدون بعض فكرة عن المجهول، عن المنطقة التي تقع فيما يتجاوز ما نؤمن به حسب ما تخولنا له التجارب والاستدلال، وبكلمات بيتر مديار، فإن الاستقصاء العلمى يبدأ دائماً "بابتكار عالم ممكن، أو جزء دقيق الصغر من ذلك العالم"<sup>(٢)</sup>.

يبدأ الفكر الأسطوري بنفس الطريقة، ولكنه يتوقف هناك، وهو يبني ما يعتبر أنه أحسن عالم، وليس هذا فقط بل إنه أيضاً العالم الوحيد الممكن، وبعدها فإنه يلأنم بسهولة من وضع الحقيقة داخل الإطار الذي خلقه، وبالتالي، يصبح كل حدث علامة قد أنتجتها القوى التي تتحكم في العالم، والتي تبرهن أيضاً بالمثل على وجودها وبورها، على أن ما يحدث بالنسبة للعلم هو أن الخيال لا يعمل إلا عند بدء العملية فقط، وبعدها لا بد وأن يفحص العلم نفسه؛ فيعرض نفسه للتجربة، والنقد، والتفنيد - وباختصار - فهو

يقصر دور الحلم على تصوّر العالم الذى يُنشؤه، والعلم له القدرة على تخيل عوالم كثيرة ممكنة.. والعالم الوحيد الذى يثير اهتمامه هو العالم الذى يكون موجوداً ويكون قد أثبت نجاحه لزمان طويل، ويحاول العلم بلا انقطاع أن يوفق بين الممكن والواقعى، وذلك حتى يمنع الخيال من الانطلاق بجموح.

ظل العلم والفن فى العالم الغربى وهما دائماً يزدهران فى الغالب سوياً فى الزمان والمكان، وتحدث أحياناً التقاءات مذهلة بين أوجه معينة من الفنون والعلوم، كما حدث مثلاً بين الأدب ودراسة عالم الأحياء، ابتداءً من نهاية عصر النهضة حتى الثورة الرومانسية، وقد اشتهر ما نسميه "بالعصر الكلاسيكى" - أى القرن السابع عشر - اشتهر فوق كل شئ بأنه عهد التصور، أى عهد دراسة الأشكال وتنظيمها فى كل المجالات، وينطبق هذا على الأشكال المرئية، وينطبق بوضوح على الرسم، حيث نجد صميم رمز التصور فى لوحة فيلازكويز<sup>(\*)</sup> "Las Meninas"، التى تصور.. "التصور الكلاسيكى"، بكلمات ميشيل فوكو<sup>(٤)</sup>. بل إن هناك تصورات معينة لمشاهد دينية قد تثير مشاعر المشاهد ليُصلى ويتعبد، الأمر الذى يبرهن على وجود إيمان بحقيقة الصور وفعاليتها كما لو كانت آثاراً مقدسة حقيقية، والأمر يماثل ذلك فى الأشكال الموسيقية واللفظية، حالما نقوم بتعيين أدوات اللغة وتحليل بنية الخطاب، كان المسرح أثناء هذه الفترة أحد الأشكال الرئيسية للتعبير الأدبى، حيث يقدم الملهاة والمأساة، وقد خلق شكسبير، وموليير، وراسين، وكالديرون ديلا باركا فى أعمالهم نطاقاً من الشخصيات يكشف سلوكهم عن شخصياتهم - وهو سلوك يراه النظارة ويسمعونه -.

وكان التاريخ الطبيعى يسعى فى نفس الوقت إلى تصنيف النباتات والحيوانات حسب بنيتها المرئية، أى على أساس تقييم ما يتكشف عند سطحها الخارجى، ويتأسس التحليل فى الحالىن على الغلاف الخارجى للأشياء، على ما يمكن إدراكه من الخارج، ثم أتت نهاية القرن الثامن عشر بتغير كامل فى المنظور، فتحوّلت بؤرة الاهتمام فى كلا المجالين إلى ما هو داخلى إن جاز القول، فنجد من ناحية أن الشعراء والروائيين الذين يمثلون التيار الأدبى الرئيسى قد أخفوا يتكلمون عن أنفسهم، ويصفون ذاتهم الداخلية، فهم قد حولوا مركز الثقل معبرين عن حالة أرواحهم، ومن الناحية الأخرى أخذ أتباع المذهب الطبيعى يهتمون بالخصائص المشتركة بين كل الأشياء الحية، ولاحظوا أنه يوجد تحت السطح المرئى للحيوانات "تنظيم" يحكم

(\*) دييجو فيلازكويز (١٥٩٩-١٦٦٠) رسام أسباني من عباقرة الرسم. (المترجم)



العلاقات بين الأجزاء ويجبر الأعضاء على التعاون في تنسيق للوظائف الحيوية، وتحدثوا في أمر الحياة وسعوا إلى تعيين ما يفرقها عن الموت، ومما هو جدير بالملاحظة أن كلمة "البيولوجيا" ظهرت في نفس الوقت في أماكن عديدة، وذلك بالضبط في نفس لحظة أول انتحار في الأدب: انتحار فيرتر الشاب.

حدث تغيير آخر في نهاية القرن التاسع عشر غير من أوجه باللغة التنوع في الفكر الغربي وكان فيه تحدٍ للنظام السائد، بل إنه حتى "الأنا" أصبحت مستهدفة حيث أدى التحليل النفسي الفرويدي إلى تفجير الذات بما يشبه سحقها إلى فتات، وأدى الفهم الجديد إلى أن أصبح من المستحيل أن نستعين بأي ملاذ بسيط ومباشر من الاستدلال والمنطق لنفسه به شخصية مفتتة تبدو أكثر وأكثر غموضاً لنفسها هي ذاتها، وظهر في الأدب تشكك في صميم حال اللغة، وخاصة عندما تحدث الشاعر ستيفان مالارميه(\*) عن وجود انفصال بين الكلمة والشيء الذي تشير إليه، وكمثل فإن كلمة "وردة"، ليس لها لون ولا رائحة ولا أشواك، وهي لم تزهر، ولا يمكننا قطعها، فهي فقط رمز لا علاقة له بالزهرة التي يمثلها. وما يجعل للغة طواعيتها وقوتها هو بالضبط هذا الخواء، أو هذا "الغياب للشيء" بالعبارة التي كتبها مالارميه، ولما كانت الكلمة منفصلة تماماً عما تشير إليه فإن هذا هو السبب في حرقتها في التفاعل مع كل الكلمات الأخرى، وفي أنها تولف نفسها مع هذه الكلمات في جمل لا نهاية لها تكون اللغة.

أدى الوعي بوجود خواء في صميم لب اللغة إلى أن سبب صدعاً في معنى هذه اللغة، وفي علاقتها بما في العالم من امتلاء، ونتيجة ذلك هي نوع من عدم التوازن أو عدم الاستقرار، أدى إلى تغييرات عميقة في فنون القرن العشرين، وبذلك الجهود في الأدب للتخلص من الكتابة التقليدية وأعرافها بما أدى إلى عبث الوجوديين وعدمية بيكيت، أما في الرسم فقد أدى اختفاء التصور الكلاسيكي وانفجار الألوان إلى أن يدل على الطريق إلى السيريالية والتجريد، وظهر في الموسيقى عدم التشديد على اللحن، والتكرار، والوزن مما أدى في النهاية إلى إلغاء الامتداد الطولي والتوقع.

وأثبتت نهاية القرن التاسع عشر أنها بالنسبة للعلوم قد أحدثت تدميراً لطرائق التفكير القديمة لا يقل عما في الفنون، ولا أنوى أن أوصف هنا ما يعرفه كل واحد: الصعوبات التي سببتها الحتمية المتصلبة التي سادت منذ نيوتن ولا بلاس؛ واستحالة التنبؤ بأحداث معينة، مثل سلوك جزئ من الغاز أو التركيب الوراثي لشخص في

---

(\*) استيفان مالارميه (١٨٤٢-١٨٩٨) شاعر فرنسي رمزي. (المترجم)



المستقبل، فهذان موقفان يعتمدان خالص الاعتماد على التحليل الإحصائي لعشائر كبيرة؛ كما يستحيل التنبؤ بدور التاريخ، وبالتالي دور الصدفة في تطور الأشياء المركبة، خاصة في عالم الأحياء بل وأيضاً في عالم اللاأحياء، وجلب لنا القرن العشرون قيوداً جديدة بالنسبة لقدرتنا على إضفاء الشكل والتنبؤ الأمر الذي يتضح في مجموعة كاملة من الكلمات: عدم الاستقرار، الشواش، النسبية، الكمات، اللاتقرير، اللاتحدد الناتج عن تأثير الملاحظ على الظاهرة التي تلاحظ، وبالتالي فإن ما يوجد من انقطاع بين الحتمية الصارمة وعملية التطور العمياء في العلوم يطابق انهيار المعنى، والأشكال، وإمكان الفهم في الفنون.

تطرح هذه الأمثلة أنه في لحظات معينة من التاريخ والثقافة، يتردد نوع من الصدى، بين الطرائق التي يوجه الفنانون والعلماء بها تفكيرهم والصور التي يستخدمونها، وكأن هناك قوة ما تميل بجهود الجميع إلى نفس الاتجاه، على أن هذه الأنواع من الالتقاءات يصعب تحليلها إلى حد كبير، فكثيراً ما يتقيد ما هو ممكن في المجالات المختلفة في حدود مدى الرأي السائد وشبكة المعتقدات، والمعرفة، والمواقف التي تميز إحدى الثقافات في وقت معين، ولا تكون هذه الشبكة قط منظمة بطريقة منطقية بالكامل وهي لا تشكل قط منظومة متماسكة تماسكاً كلياً.

والحقيقة أن ما يوجد من معتقدات في أي لحظة معينة نادراً ما يكون فيها اتفاق كلي، فهي عادة مستقلة، إن لم تكن متناقضة، كيف يمكن مثلاً أن نوفق منطقياً بين مبدأ حرية الإرادة مع مبدأ حتمية المصير، أو مبدأ اتجاه التاريخ؟ أو أن نوفق حتى بين أن عملاً فنياً يمكن أن يعبر عن جزء من الشخص هو أكثر جزء حميم وشخصي فيه ثم يظل لهذا العمل خاصية شاملة؟ وكثيراً جداً ما تكون المعتقدات المعروسة لأعمق الأعماق في إحدى الثقافات، معتقدات ليس لها أساس منطقي، فهي لم تتخذ عن وعي، وينطبق الشيء نفسه على مفاهيم أساسية للغاية -أفكارنا عن الزمان، والمكان، والسببية- مفاهيم تهتدى بها مداركنا وتشكل نظرتنا نحن عن العالم وعن أنفسنا.

أي ثورة، سواء اجتماعية أم فكرية، سواء نشأت في السياسة أو في الفن أو في العلم، تتطلب فوق كل شيء تغيير في الإمكانيات، وإعادة تنظيم لمنظومة المعتقدات، على أن أصل هذه التغييرات يكون غالباً مما يصعب تحديده على وجه الدقة، ذلك أن العلاقات بين الأفكار والثقافات، وبين المعتقدات والممارسات، لا تشكل عمليات ذات اتجاه موحد، وإنما تشكل مجموعات معقدة من التفاعلات - إنه السؤال الأبدي عن الكتكوت والبيضة.

وبالتالى، فإن ما يفعله العالم يتحتم ليس فقط حسب رأيه الخاص عن العالم وإنما يتحدد أيضاً حسب الرأى الموجود فى زمانه، ولو أخذنا عينات من الكتابات العلمية فى فترة معينة، ستكشف لنا بما هو مدهل، أن كل فرد يتحدث عن نفس الأمور ويقول عنها نفس الأشياء تقريباً، حتى أولئك الذى يختلفون اختلافاً كاملاً أحدهم مع الآخر، ويصدق نفس الشئ على الفنانين، وحتى نقتنع بذلك ما علينا إلا أن نستمع لقطع مختلفة من موسيقا الباروك، حيث كلها لها تشابه العائلة الواحدة، أو أن نزور متحفاً لنرى أنه فى القرن السادس عشر كان كل الفنانين الهولنديين يرسمون نفس المنظر الخولى، وأنه فى القرن التاسع عشر كان كل الفنانين الانجليز يرسمون نفس البورتية لنفس النساء.

يؤكد نيكولاس بوالو(\*) فى إحدى "الرسائل" (Epîtres) التى كتبها أنه "لا يكون جميلاً إلا الحقيقة وحدها"، كما يؤكد أناتول فرانس(\*) فى "حياة الأدب" أنه "لا يكون حقيقياً إلا الجمال وحده"، ويبرزهما جون كيتس(\*) فى "غنائية عن جرة إغريقية" فيقول: "الجمال هو الحقيقة، والحقيقة هى الجمال"، وعلى الرغم من أن هناك جمالاً فى هذه الكلمات، إلا أن ما فيها من حقيقة قد يكون أقل وضوحاً.

تلتمس العلوم إنشاء نظرة عن العالم تقترب قدر الإمكان مما نسميه الواقع، إنها مشروع جماعى فى الزمان والمكان، وتهدف الفنون إلى إنتاج تصورات للعالم، يعبر كل منها عن رأى شخصى عن الواقع كما يتم إدراكه أو تخيله أو الحلم به، ويكون هذا المشروع فى معظم الوقت مشروعاً فردياً على أن الأمر الحقيقى، هو أن الجمال والحقيقة يتباينان بالزمن عبر الثقافات وفى داخل الثقافة الواحدة، والعلاقة بين الحقيقة والجمال، أو بصفة أعم بين العلم والفن، هى قضية قديمة، ودائماً تصعب معالجتها، فهناك فروق واضحة، نوقش أمرها كثيراً، وهى تتركز فى موضوعين أساسيين.

١- البحث العلمى يرتبط ارتباطاً متيناً بفكرة التقدم، ولا يوجد مثل ذلك فى الفن، والعمل الفنى "الكامل" حقاً لن يوجد أبداً ما يفوقه؛ إنه بلا عمر، أما فى العلم فكل واحد يعرف أن بحثه سيتم تجاوزه إن أجلاً أو عاجلاً، لأن البحث العلمى كله يولد أسئلة جديدة، فهذه هى وظيفته فى الحقيقة، وبكلمات أخرى فإن بيتهوفن لم يتفوق على باخ، ولا بيكاسو على رمبراندت، بالطريقة التى تفوق بها

---

(\*) نيكولاس بوالو (١٦٣٦-١٧١١) شاعر وناقد فرنسى. (المترجم)

(\*) أناتول فرانس (١٨٤٤-١٩٢٤) روائى وكاتب فرنسى نال نوبل فى الأدب ١٩٢١. (المترجم)

(\*) جون كيتس (١٧٩٥-١٨٢١) شاعر انجليزى رومانسى. (المترجم)

أينشتين على نيوتن، وبكلمات فكتور هوجو فإن "هناك من يتفوق على باسكال العالم؛ ولكن ليس على باسكال الكاتب"<sup>(٥)</sup> إلا أن جوتتر ستنت<sup>(٦)</sup> يؤكد بصواب- على أن ما يقارن هنا لا يقبل القياس: فهناك من ناحية عمل من الفن، ومن الناحية الأخرى "محتوى" عمل علمي، إن اللوحة أو الرواية عمل فني، وفي تباين مع ذلك فإن النظرية العلمية ليست عملاً علمياً، ولكنها محتوى عمل، مثل كتاب أو مقال أو مؤتمر، وما إلى ذلك. وفي الرواية مثلاً، نجد أن ما يُعطى للعمل قيمته هو توافق الموضوع والشكل، أو المحتوى والأسلوب، ويستحيل أن نفصل الواحد عن الآخر، بل إن أهمية المحتوى، في الشعر مثلاً، يمكن حتى أن تنخفض إلى نقطة حيث ينتهي الأمر بأن تقتصر الخاصية الجمالية للعمل على الإيقاع لا غير، على موسيقا الكلمات، أما العلم من الناحية الأخرى، فيكاد الأمر يقتصر إلى حد بالغ على أن المحتوى وحده هو الذي يعطي العمل قيمته، ويمكننا في أحيان كثيرة أن نلخص محتوى مقال أو كتاب علمي في جمل معبودة.

٢- الفارق الثاني بين العلم والفن الذي يشار إليه كثيراً هو أن العالم يوصف العالم الخارجي، الذي يكون للأشياء والأحداث فيه وجود مستقل عن العقل البشري، فالأشياء والقوانين موجودة هناك من قبل.. ودور العالم يقتصر على اكتشافها، وتجميعها، كجمع التفاح من شجرة، وتقديمها كما يقدم التمثال يوم إنزال الستار عنه، أما الفنان، فهو من الناحية الأخرى يوصف عالماً داخلياً حيث الأشياء والأحداث ليس لها واقع، وإنما تظهر كإنشاءات خالصة للعقل البشري.

ودور الفنان هو بالتالي أن يبدع أشياء جديدة تنبع بالكامل من عقله، مثلما انبثقت أثينا من جبهة زيوس وقد اكتمل شكلها "فعطيل" إبداع، وبنية الذرة اكتشاف، وبالتالي يكون هناك اختلاف في دور الفرد، فمؤلف عمل الفن فريد لا يمكن إحلاله، أما صاحب الاكتشاف فيمكن استبداله، وبدون جوستاف فلوبر، لا توجد "مدام بوفاري"، وبدون موتسارت لا يوجد "الناي السحري"، وفي تباين مع ذلك فإنه إذا لم يقم الأستاذ (أ) باكتشاف كذا وكذا، فإن الدكتور (ب) سيقوم به، أو حتى سيقوم به السيد (ج) أو (د)، وبدون نيوتن سيوجد فيزيائي آخر يكتشف الجاذبية، وبدون داروين كان والاس سيطرح نظرية التطور. ويوافق معظم العلماء على وجهة النظر هذه، وهم تقريباً لا يستخدمون أبداً كلمات "إبداع" أو "إبداعية" لوصف نشاطهم، ويعتقد العلماء هم أنفسهم أن ما يشتغلون به هو فوق كل شيء الحقائق، أنهم يلقون الضوء على الظواهر، وأنهم يكشفون الأشياء الخارجية،

والحقيقة أن غير المتخصصين يعتقدون أن العلم لا يفعل إلا أن يسجل الحقائق، بالطريقة التي تلتقط بها الكاميرا الصور الفوتوغرافية لما يحيط بها.

على أن هذه ليست هي الطريقة التي يعمل بها مخنا، فالخ ولا بد قد تطور كوظيفة لعوامل متنوعة للغاية ومعقدة للغاية، بما في ذلك القدرة على تفسير العالم الخارجى، يتخلل الكائنات الحية تيار ثلاثى من المادة، والطاقة والمعلومات، وهى بهذه الطريقة وحدها تتمكن من أن تعيش، وتنمو، وتتكاثر، والكائن الحى بالتالى يحتاج حاجة مطلقة إلى إدراك بيئته، أو على الأقل جوانب البيئة التى تتصل بالاحتياجات الأساسية للكائن الحى، وقد زادت حدة الإدراك بواسطة التطور وأصبحت الكائنات الحية قادرة على استيعاب معلومات يتزايد تعقدها أبدأ، ويتبع ذلك أن أصبح كل كائن حى يمتلك جهازاً حسياً يتيح له إدراك جوانب معينة من العالم الخارجى، وكأن كل نوع يتحرك فى عالم حسى معين تستبعد عنه الأنواع الأخرى جزئياً أو كلياً، والعالم الخارجى، كما يدركه كل نوع، هو وظيفة لأعضائه الحسية بما يماثل كثيراً الطريقة التى تدمج بها الأحداث الحسية والحركية بواسطة المخ، والكائن الحى لا يكتشف أبدأ إلا جزءاً من بيئته، ويكون هذا الجزء خاصاً بهذا الكائن، وكل هذا يصدق علينا أيضاً، فنحن أنفسنا نظل محبوسين فى نظرة للعالم تفرضها علينا أدواتنا العصبية والحسية، ويصل بنا ذلك إلى حد لا يمكننا معه أن نتخيل العالم بطريقة مختلفة، فليس لدينا مثلاً الوسيلة لفهم أو حتى تخيل العالم الذى تعيش فيه الذبابة، أو بودة الأرض أو النورس.

يتم اندماج المدركات البصرية والسمعية عند الثدييات بمساعدة من شفرة مكانية وزمانية تتيح لنا أن نربط منبع المنبه الصوتى أو البصرى بمصادر مشتركة تظل باقية فى الزمان والمكان، أثناء يقظة أحد الثدييات العليا ترد إلى مخه كمية هائلة من المعلومات ترسلها إليه حواسه، وإذا كان المخ يستطيع أن يتعامل مع هذه الكمية من المعلومات، فسبب ذلك أنها منظمة فى كتل، فى كيانات تشكل "أشياء" العالم الزمانى-المكانى عند الحيوان، والسبب أيضاً هو أن تعيين أحد الأشياء يظل محتفظاً به حتى وإن تكرر تغيير الإدراك مكاناً وزماناً، وبالنسبة للحيوان تكون هذه الكيانات، هذه الأشياء، هى عناصر خبرته اليومية.

وعلى الرغم من أن المخ البشرى قد يكون أكثر مخ معقد، إلا أن من الواضح أنه لا يقوم بوظيفته بأن يسجل الطبيعة ببساطة، ولو كان على حواسنا أن تزودنا بصورة كاملة للعالم الخارجى، سيحدث لنا جميعاً أن نرتبك بالكامل، فالخ يلتمس الانتظام فى الطبيعة، ويتم تنظيم الإشارات التى ترسلها لنا حواسنا بطريقة تعطى لها بنية، فالعين



مثلاً ليست ماكينة توصل للمخ ما تراه بالضبط، فقد أظهر علماء البيولوجيا العصبية على مر العشرين سنة أو الثلاثين سنة الأخيرة أن أسلاك العين قد وصلت بحيث تلتقط الحدود، وتباينات الضوء، والفروق في اللون، وما إلى ذلك، ومع كل عملية تبادل بين العين والمخ، ينتخب الجهاز العصبى الإشارات المدخلة وينظمها، وبالتالي فإن كل خطوة تتضمن تدميراً انتخابياً للمعلومات، وعملية الدمج هذه هي التي تهىء لنا تعيين أنواع معينة من الانتظامات وتقودنا إلى اكتشاف قوانين الطبيعة التي تتيح لنا أن نتخذ موضعاً لنا من داخلها، وتتشابه هذه التحولات الحسية والمخية تشابهاً كافياً من إنسانٍ للآخر بحيث نرى كلنا الأشياء الخارجية بطريقة متماثلة، إلا أنه يوجد تباينات فردية بما يكفى لأن يتيح لكل واحدٍ منا أن يكون انطباعاً شخصياً، وحتى نزيد الأمر تفسيراً، فإنه كما يتخير الفنان من بين ملاحظاته، وانطباعاته، وذاكرياته ما يحكم بأنه مفيد للعمل الذى ينتجه، فيمثل ذلك ينتخب العالم مجموعة فرعية من ملاحظاته، ويعين من بين الظواهر المتعلقة بها تلك التى تبدو له على علاقة وثيقة به، ويمكننا أن نقول أنه يوجد بالنسبة لشئٍ بعينه العديد من التوصيفات الممكنة، وأنه يوجد بالنسبة للتوصيف المعين العديد من التصورات الممكنة.

من الواضح إذن أن توصيف الفيزيائى للذرة ليس انعكاساً مضبوطاً ثابتاً للواقع العارى وإنما هو نموذج، تجريد، نتيجة جهود قرون لفيزيائيين كرسوا أنفسهم لمجموعة صغيرة من الظواهر فى محاولة لإنشاء نظرة متماسكة عن العالم، ويبدو أن توصيف الذرة فيه إبداع بقدر ما فيه من اكتشاف.

ويوجد فى العلم أسلوب كما فى الأدب والرسم، وهو ليس فقط طريقة للنظر إلى العالم، ولكنه أيضاً طريقة لسؤاله، طريقة للفعل فيما يتعلق بالطبيعة وطريقة للحديث عنها، طريقة للإعداد للتجارب، وتنفيذها، واستخلاص استنتاجات منها، وصياغة النظريات، طريقة لتشكيل التجارب فى قصة لحكايتها أو لتسجيلها كتابة.

ولنأخذ باستير مثلاً، كان فى أسلوبه شئ غير عادى، شئ لا يقاوم، يمتلىئ تيهاً، شئ من كره الفرسان الذى أدى به إلى أن يقفز من مجال لآخر، أن ينتقل من الكيمياء إلى علم البلورات، ثم إلى دراسة أقل الجوانب المعروفة فى عالم الأحياء، أن يحلق بلا تردد من أمراض الخميرة إلى أمراض البشر وهو واثق من استراتيجيته وقدرته على استنباط التطبيقات من النظرية- أو العكس- أى أن يعتصر أشد النظريات عمقاً من أشد المشاكل صعوبة، كان له حدس مذهل، وكان يعمم فى جرأة عنيفة.



بحث باستير في لاسمترية الجزيئات؛ والتخمر، وما كان يسمى بالتولد التلقائي، ودراسات على النبيذ، وأمراض دودة القز، ودراسات عن البيرة، وأمراض معدية ضارية، ولقاحات فيروسية؛ وتوقى السعار -إن قراءة أبحاث باستير تشبه سلسلة من نشرات عن الانتصار في المعارك، وكان للرجل جانب حربي، هو الجانب الاستراتيجي، كان هناك بعض شيء من النابوليونية في طريقته في أن يكون دائماً مبادراً، وفي تغيير مساره تغييراً حاداً، فيظهر أنا حيث لا يكون متوقعاً، ويركز طاقاته أنا على حيز ضيق يوصل للإنجاز، ويستغل نجاحاته، مدركاً أهميتها، بل وينظم حتى الدعاية الخاصة به أو يرغم الآخرين على الانحناء لأفكاره، كان فن باستير يتكون مثل فن نابليون من أنه كان دائماً يدخل المعركة في لحظة يختارها هو بنفسه، في مكان يختاره هو بنفسه، فوق ميدانه هو، والمعمل هو ميدانه، وأسلحته هي التجارب، والبروتوكولات، وأنايب الزرع، وأياً كان الحقل الجديد الذي يدخل فيه، سواء شرع في بحث أمر الكروم أو ديدان القز، أو كوليرا الدجاج أو السعار، فإن باستير في كل مرة كان يسعى لتحويل المشكلة، وأن يترجمها إلى لغة أخرى، ليجعل من الممكن التوصل لإجراء تجارب عليها، ونحن الآن نؤدى الأمور بما لا يختلف عن ذلك، فیتجه كل نشاط البيولوجيين إلى إعادة صياغة مشاكل جد متنوعة لتصبح أسئلة يمكن معالجتها في المعمل، وتهدف كل جهود البيولوجيين إلى وضع أسئلة يمكن أن يجيب عنها التجريب، بل إن الطب الحديث وما نسميه الآن بالصحة العامة، قد بدأ كل منهما من باستير واستراتيجيته.

من المؤكد أنه لو لم يوجد باستير لكان سيظهر شخص آخر يكتشف دور الجراثيم في الأمراض المعدية، وكان شخص آخر سيبين لنا وجود عوامل مرضية تمر من المرشحات، وهي ما سميت في وقت لاحق بالفيروسات، وكان شخص آخر سيبرهن على إمكان وجود لقاحات، ولكن أغلب الاحتمال أن هذا سيكون تحت ظروف مختلفة جداً، وبخطوات مجزأة تجزئاً أصغر، وعلى زمن أطول، بما يتطلب الكثير من الباحثين من الكثير من البلاد، فلو أن هذه الدراسات أجريت على نحو مختلف، ليس بواسطة رجل واحد وفريقه، وهم في كيان عمل موحد - بل ويمكننا أن نقول حتى أنهم ينطلقون في انطلاقه موحدة - لو أن الدراسات أجريت بدلاً من ذلك هنا وهناك، بواسطة معامل عديدة، مع السير خطوة في كل مرة، وتلمس الطريق على مهل؛ ولو كانت الحلول تأتينا قطرة قطرة، وليس في دفعة واحدة، لو حدث ذلك فإن هذه الدراسات كانت ستظل تحتفظ بوضعها الأساسي في تاريخ البيولوجيا والطب، ولكنها كانت ستبدو فقط كخيوط لبحث واحد مهم بين خيوط أخرى، بحث يناسب القالب الشائع للأبحاث، ولا ريب في أنه بحث رائع، ولكنه سينقصه عظمة أبحاث عصر باستير.

وبما يماثل ذلك، لو كان أينشتاين لم يوجد، لكان سيظهر مع ذلك شئ يشابه النظرية النسبية، ولو كان داروين لم يوجد لظهر شئ قريب من نظرية التطور، ولكنها ما كانت لتصبح نفس النظريات، وما كانت لتصاغ بنفس الطريقة أو تطرح بنفس الحيوية، ونفس قوة الإقناع، وما كانت ليكون لها نفس التأثير أو نفس النتائج، ونجد أيضاً في العلم أن كل عمل يكون فريداً، وليس فحسب محتواه، أما الفن فنعيد بالنسبة له ذكر قول ماثور عن جورج أورويل، وهو أنه بين كل هذه الأعمال الفريدة يكون بعضها أكثر تفرداً عن الأخرى.

ومن المرجح أن التصور الذهني للعالم الخارجي قد أصبح أكثر ثراءً عبر سياق التنامي في مراحل تكوين الدماغ التي أدت إلى "الهوموسابينز" (الإنسان العاقل)، وحالما يتم الحصول على صورة متكاملة للعالم المكاني- الزماني، يمكن للمرء فيها أن يرى ويسمع ويشعر، ويلمس الأشياء المتحركة، وحالما يتم الاستيثاق من دوام هذه الأشياء في الزمان، حالما يحدث ذلك حتى يصبح في الإمكان اختزان هذا التصور. ثم أدت كل هذه الظواهر إلى أن جعلت من الممكن ظهور ملمحين من أكثر الملامح روعة في المخ، الأول، هو أن المخ قادر على تفكيك الصور المخترنة للأحداث الماضية إلى عناصرها التي تكونها، ومن الممكن توليف هذه العناصر بعدها بطرائق جديدة لتنتج صوراً جديدة ومواقف وسيناريوهات جديدة، ولا تقتصر هذه القدرة على أن تتيح لنا الحفاظ على صور الأحداث الماضية وإنما تتيح لنا أيضاً تخيل أحداث ممكنة وبالتالي أن نخترع المستقبل، وثانياً، فكنتيجة لاستخدام الربط بين المدركات السمعية ذات التابع الزمني مع تحويلات معينة في الجهاز الحسي- الحركي للحنجرة، قد اكتسبنا القدرة على ترميز وتشفير التصورات الإدراكية بطرائق جديدة بالكامل، وحسب هذا الفرض، فإن الوظيفة الأولية للغة تتألف من إتاحة تصور أكثر تفاصيلاً لواقع أشد رهافة وثراءً، وكما يؤكد الكثيرون من اللغويين، فإن استخدام اللغة كمنظومة للتواصل بين الناس إنما يحدث فقط كشئ ثانوي.

هناك سهولة في الطريقة التي يرسى بها التواصل نفسه بين الأفراد، وهذا أمر نجده في كل عالم الحيوان، فلا بد من أن هناك شفرات بسيطة فيها الكفاية لتوصيل ما يحتاجه الأمر للمشاركة في المعلومات التي تدور حول ضروريات الحياة، حتى بالنسبة لأشباه الإنسان، الذين عاشوا في مجموعات وكانوا ينضمون معاً للصيد والدفاع عن أنفسهم، وفي تباين مع ذلك، نجد أن القدرة على إدراك الأشياء والأحداث بعد مرور شهور أو سنوات، قد تطلبت منظومة شفرية أشد إتقاناً بكثير، منظومة تتيح ترجمة تصور لعالم بصرى أو سمعى بدرجة وافية من الدقة والتفاصيل، ولا تتأى الصفة

الفريدة المميزة للغة من حقيقة أنها تعمل على توصيل التعليمات بشأن الفعل، بقدر ما تتأتى من أنها تتيح الترميز واستدعاء الصور الإدراكية، فالإنسان يصنع نموذجاً "لواقعه" بما يستخدمه من كلمات وجمل، يمثل ما يصنعه ببصره وسمعه، وتشكل مرونة اللغة البشرية أداة لا مثيل لها لتنامي الخيال كمنظومة لانهائية فى توليف الرموز، تتيح أن يبتدع العقل عوالم متنوعة، وبالتالي يعيش كل واحد منها فى عالم "واقعى" أحكم عقلنا صنعه بالمعلومات التى تسهم بها حواسنا هى واللغة، وهذا العالم الواقعى هو ستارة المسرح الخلفية التى يتكشف إزاعها وجودنا اليومى، إنه مسرح حياتنا.

فى الفن كما فى العلم، يكون الشئ المهم هو أن نجرب فنحن من جانب نجرب المباينة بين الألوان، أو التيمات الهارمونية أو توليفات الكلمات، ثم ننبد ما لا نحبه، ونحن من الناحية الأخرى نجرب أشياء: نجرب الأفكار، نجرب كل فكرة لرأسنا، ونجرب كل إمكان الواحد بعد الآخر، منهجياً، ثم نرمى بعيداً ما لا ينجح تجريبياً ونتقبل ما ينجح، حتى ولو كان يتناقض مع ذوقنا أو فروضنا، وفى معظم الوقت لا تؤدي هذه الجهود إلى أى شئ، على أنه يحدث بين حين وآخر أن تؤدي تجربة غريبة بالكامل إلى فتح طريق رئيسى جديد، مثال ذلك، تلك الفكرة الغريبة التى خطرت ذات يوم لصديقتى إيلى وولمان ونحن نحاول تحليل تزواج البكتريا: لماذا لا نفصل بدون أى كياسة تلك الأزواج السعيدة بأن نضعها فى خلاط مطبخ - أى نصنع نوعاً من جماع عزلى (*coitus interruptus*) فى البكتريا؟ وكان لهذه التجربة نتيجة غير متوقعة: لقد أتاحت لنا أن نبين أنه أثناء العملية، كان كرموزوم "الذكر" يمرر إلى "الأنثى" بمعدل ثابت، مثل خيط اسباجتى تبتلعه الأنثى، وأمكنا بالتالى أن نفكر فى جنسانية البكتريا ونحللها بطريقة جديدة، تكون بداية البحث دائماً قفزة إلى المجهول، ولا يحدث التحقق من الفرض الابتدائى إلا بعد وقوع الحدث، وهناك عدد كبير من الأفكار الخطأ والنظريات الشاذة فى الأبحاث، وهى مما لا يحصر عددها مثلها فى ذلك مثل أعمال الفن الرديئة، فلا يمكن لأى فرد أن يقرر إلى أى شئ سيؤدي البحث.

كتب وليم بليك(\*) فى "زواج الجنة والجحيم"<sup>(٧)</sup> "إن ما تمت البرهنة عليه الآن كان ذات يوم خيلاً ليس إلا" إن ما يحدث فى المرحلة التخيلية من العملية العلمية، أثناء تشكيل الفروض، هو أن العالم يعمل وكأنه فنان، ولا ينفصل العلم عن الفن بالفعل ويتبع مساراً مختلفاً، إلا بعد ذلك، عندما يأتى دور التقييم النقدى والتجريب، ولا تماثل القصيدة أو اللوحة الفرض العلمى، ومع ذلك يظل التخيل هو القوة الدافعة والعنصر

---

(\*) وليم بليك (١٧٥٧-١٨٢٧) شاعر ورسام انجليزى تتميز أعماله بالرمزية. (المترجم)

الإبداعى فى العلم كما فى الفن أو أى نشاط ذهنى آخر، عندما كان نيوتن ذات يوم فى حديقة والدته، ونظر للقمر فأدرك فجأة أنه ككرة قُذفت بعيداً بما يكفى لأن تسقط بالضبط وراء الأفق لتدور حول الأرض كلها، لم يكن ما أدى به إلى ذلك هو مجرد تجميع للحقائق، ولا كان هذا ما أدى ببلانك(\*) إلى أن يقارن إشعاع الحرارة بوابل من الكمّات، ولا كان هذا ما أدى بوليام هارفى إلى أن يدرك خفقات المضخة الميكانيكية فى قلب السمكة المعزول، لقد حدث فى كل حالة من هذه أن تم فجأة استيعاب قياس بتمثيل لم يكن مفهوماً من قبل.

وكما يوضح أرثر كوستلر<sup>(٨)</sup>، فإن هذه الطريقة للتفكير تبدو مختلفة تماماً عن طريقة تفكير الملك سليمان وهو يقارن ثدى محبوبته شولاميت بزوج من صفار الطباء، كما تختلف عن وصف شكسبير للحياة بأنها "حكاية يرويها أبله، مفعمة بالضجة والضراوة"، ومع ذلك فإنه على الرغم من اختلاف وسائل التعبير التى يتميز بها الشاعر والعالم اختلافًا بالغاً، إلا أن التخيل يعمل بالطريقة نفسها، وكثيراً ما يحدث أن تتولد فكرة عن استعارة مجازية جديدة فتكون هى المرشد للعالم، فيحدث فجأة أن نرى شيئاً أو حدثاً فى ضوء غير عادى وكاشف، وأحياناً يصبح هذا التنوير المفاجئ أن يتردد صدى صيحة "وجدتها!" التى تعبر فى وقت واحد عن تواصل الأنوار الفعلية مع الصدمة الانفعالية.

لن أنسى أبداً كيف انفجر جاك مونو ضاحكاً ذات يوم فى ١٩٦٣، كانت ضحكة هائلة يمكن سماعها عبر كل طابقنا فى معهد باستير، كان قد ظل لشهور عديدة وهو يركز على خصائص ما يسمى بالبروتينات الألوستيرية، ثم حدث فى عصر ذلك اليوم أن وافته فجأة الفكرة بأنه يمكنه أن يفسر معظم هذه الخصائص لو تقبل أن تكون هذه البروتينات أوليجومرات خاصة (oligomers)، أى أنها تتكون من عدد زوجى من وحدات فرعية منظمة سمترياً، كان يلعب بزوج كبير من قطع النرد، وهو يبين لكل واحد يراه مزايا هذه البنى، التى تتذبذب بسهولة بين حالتين، إحداهما فيها نشاط إنزيمى، والأخرى بدون هذا النشاط، وعندما سأله الناس كيف توصل إلى ما تبينه أجاب: "بقيت لعدة أسابيع وأنا أحاول التفكير وكأنى بروتين ألوستيرى، ثم تبينت اليوم فجأة، بل وأحسست خلال جسدى كله بما يكون من إمكان هائل لهذه البنية السمترية".

التخيل هو أن يولّف المرء ويعالج فى رأسه أشياء عقلية، مثل: الصور، والكلمات، والبنى الإدراكية، وما إلى ذلك، وكثيراً ما يحدث فى مجالات متنوعة أن يكون الفعل

---

(\*) ماكس بلانك (١٨٥٨-١٩٤٧) فيزيائى ألمانى أول من أسهم فى وضع نظرية ميكانيكا الكم. (المترجم)



الإبداعى مطابقاً لقفزة حادة بعيداً عن أنماط التفكير المعتادة، وذلك للربط بين شيئين يكون توليفهما قبل هذه النقطة أمراً غير واضح، والفكر الواعى، العقلانى، ليس بالضرورة أفضل أداة لمزج الصور أو التصورات العقلية بهذه الطريقة، عندما يظل العقل وهو يركز على مشكلة لزمّن طويل، يمكن أحياناً أن يكون الهدوء والاسترخاء أكثر توصيلاً فى عملية تقليب وخلط الصور والأفكار، وفى توليف بنى يبدو ظاهرياً أنها غير متوافقة، فيميز من بينها تماثلات قياسية لم يكن يشك فيها، وصف الكثيرون من العلماء خبرتهم عندما يجدون فجأة حلاً ظلوا يبحثون عنه لدهور، ويجدون فى ظروف غير متوقعة بالمرّة: فى السرير، وهم نصف نائمين، أو فى حافلة، أو وهم يحملون فى لهب النيران، أو وهم يلعبون طفلاً، وقد كان لى أنا شخصياً خبرة من هذا النوع، كنت فى عصر يوم فى السينما مع زوجتى، وأنا نصف منتبه لفيلم ممل نوعاً ما، ثم فجأة خطر لى أن نوعى البحث اللذين يجريان فى معملنا بمعهد باستير- العمل فى التحلل مع أندريه لووف والعمل فى تخليق البيولوجى الذى تحفزه الإنزيمات مع جاك مون- هذان النوعان ليسا فى الواقع إلا وجهين منفصلين لنفس الظاهرة، تعبيران عن نفس الميكانيزم، وفى كلتا الحالتين كان لابد من أن يكون الموضع المنظم هو (دنا) نفسه وذلك بسبب تفاصيل معينة فى منظومة الفاج، خطر لى ما تبينته هكذا مصحوباً بالصدمة وباليقين المطلق يقين لم يشاركه زملائى فيه أول الأمر، أما بالنسبة لى فقد كان هذا التبصر يعبر بالطبع عن هاجس ظل يملكنى لأسابيع، وأنا أركز انتباهى على سؤال بذاته، وألف دائرة من حوله، وقد تشبعت بهذه المشكلة، واستمر ذلك حتى اللحظة التى أدت فيها الصدفة أو الخيال إلى الربط بين مجالين كنا جميعاً ندركهما قبلها على أنهما منفصلان تماماً.

ينشئ الطفل الصغير بيئته شيئاً فشيئاً وخطوة فخطوة، والعالم بالمثل ينشئ تدريجياً واقعه، والعلم لا يقلد الطبيعة بأكثر مما يقلدها الفن، إنه يعيد إبداعها، وعندما يحلل الرسام والشاعر أو العالم ما يفهمه من الواقع ليعيد تكوينه بطريقة مختلفة، فإن كلاً منهم يبنى هكذا رؤيته للكون. ويشكل كل منهم نموذجاً عن الواقع عندما يختار أن يلقي الضوء على جوانب من خبرته يحكم بأنها الأكثر تأثيراً، وعندما ينقُص جانباً تلك الجوانب التى لا تهمه، نحن نعيش فى عالم ابتدعه مخناً، ويحدث فيه باستمرار المشى جيئةً وذهاباً بين ما هو واقع، وما هو متخيل، وربما يحدث للفنان أن يأخذ شيئاً أكثر قليلاً من هذا بينما يأخذ العالم شيئاً أكثر قليلاً من ذاك، ولكن الأمر هنا مجرد أمر من التناسب، وليس أمراً من الطبيعة.





## المراجع

- 1- Albert Einstein, "On the method of Theoretical Physics," in the world as I see it (New York: Covici, Friede, 1934), p.30.
- 2- Jean Perrin, Atoms, Trans. Dalziel Iiawellyn Hammick (London: Constable, 1916).
- 3- Peter Brian Medwar, "Science and Literature," in the hope of progress (London: Methuen, 1972).
- 4- Michel Foucault, the order of things: An Archaeology of the human sciences (New York: Vintage books, 1994,) p.16.
- 5- Victor Hugo, William Shakespeare, trans. by A.Baillet 9Boston, Estes and Lauriat, [19-?]), p.96
- 6- Gunther Stent, "Prematurity and uniqueness in scientific discovery," scientific American 227 (1972), pp.84-93.
- 7- William Blake, Blake: The complete poems, ed. W.H. Stevenson. 2nd ed. (London: Langman, 1989), p.109.
- 8- Arthur Koestler, the Act of Creation 9London: Hutchinson, 1964).

## ختمام

هل يعد العلم بالسعادة؟ لا أظن ذلك.. إنه يعد بالحقيقة.  
والسؤال هو هل ستجعلنا الحقيقة قط سعداء؟؟

إميل زولا(\*)،  
خطاب في وليمة لاتحاد الطلبة،  
١٨ مايو ١٨٩٣

دار نقاش بين كونفوشيوس وأحد تلاميذه، وسأل التلميذ الأستاذ عما يعتقد أنه ضروري لحكم الناس حكماً حسناً، وأجاب الأستاذ، "ما هو ضروري لتصحيح الأسماء"، وقال تسي لو "أهكذا حقاً! ما أبعد ذلك عن الهدف! لماذا يجب أن يكون هناك تصحيح كهذا؟" وقال الأستاذ، "ما أقل تهذيبك يا لو! إن الرجل رفيع المقام يبدي التحفظ في حذر بالنسبة لما لا يعرفه، إذا كانت الأسماء غير صحيحة، تكون اللغة غير مطابقة لحقيقة الأشياء، وإذا كانت اللغة غير مطابقة لحقيقة الأشياء، لا يمكن تدبير الأمور بنجاح، وعندما لا يمكن تدبير الأمور بنجاح، لن تزدهر آداب السلوك والموسيقا، وعندما لا تزدهر آداب السلوك والموسيقا، لن يمكن إنزال العقاب الصحيح، وعندما لا يمكن إنزال العقاب الصحيح لن يعرف الناس كيف يحركون يداً أو قدم، وإذن فإن الرجل رفيع المقام يرى أن الأسماء التي يستخدمها يجب أن يتلفظ بها على نحو صحيح، ويرى أيضاً أن ما يتحدث به ينبغي تنفيذه على نحو صحيح، فما يحتاجه الرجل رفيع المقام هو بالضبط ألا يكون في كلماته أي شيء غير صحيح<sup>(١)</sup>.

بعض الكلمات تثير الخوف، فكلمة "تحسين النسل" مثلاً تثير انزعاجنا لأنها تتضمن سلوكاً غير مقبول أدى إلى تعقيم أفراد عدّ أنهم "منحطون"، وذلك قبل استخدامها فيما بعد لتُخفي أهوال معسكرات النازي، وهناك كلمات أخرى، مثل كلمة "عرق" قد سلب منها معناها واستخدمت كوسيلة تبرير بيولوجية للتجاوزات الثقافية، بل إن كلمة "وراثيات" تفرع أفراداً كثيرين، لأنها تستخدم بلا تفكير للتأثير في سياسات اجتماعية، فعندما يوجد من يؤكد على أن الذكاء أساساً موروث -أو بكلمات أخرى محكوم

---

(\*) إميل زولا (١٨٤٠-١٩٠٢) روائي فرنسي شهير أسس المذهب الطبيعي في الرواية. (المترجم)

بالجينات- يكون معنى ذلك القول بأنه لا فائدة من السياسات الاجتماعية الموجهة إلى تعليم مجتمعات السكان التي تعوزها الموارد، وعندما يزعم البعض أن الأولاد لديهم جين "من أجل" الرياضيات، فهم يقصدون بذلك أن البنات ليس لديهن ذلك، لقد تعلمنا من البوسنة ورواندا أن الإبادة العرقية التي كنا نعتقد أنها لم تعد بعد ممكنة بعد سقوط النازي، يمكن تماماً أن تحدث ثانية، ونحن نعرف أيضاً أن الحجج التي تبرهن على وجود فروق واضحة بين الجماعات في أهليتها، كثيراً ما تستخدم لتبرير التمييز في المعاملة وإعاقة السياسات التي تهدف إلى محاربة الظلم، وعندما يوجد عنصر وراثي لصفة سلوكية بشرية فإن هذا لا يعنى مطلقاً أن هذه الصفة تتحدد بالجينات وحدها، فنحن نعرف الآن أن تنامي الجين البشرى يؤدي إلى ظهور تفاعل مستمر بين الجينات والبيئة.

إننا نتساءل أحياناً عما إذا كان يمكن وجود حدود للبحث العلمي، وهذا السؤال جديد نسبياً، فلم يحدث أبداً في القرن الثامن عشر ولا حتى تخيل لإمكان وجود حدود كهذه، وعلى العكس، كانت النظرة السائدة هي أن العلم إن أجلاً أو عاجلاً سيحل كل ما يثيره الناس من أسئلة، إلا أن من الواضح أن هناك بعض أسئلة لا علاقة لها بالعلم، فهناك حدود للاستقصاء العلمي، فالعلم يتجنب الإجابة عن أسئلة مثل: ما معنى الحياة؟ كيف بدأ كل شيء؟ ما هدفنا فوق الأرض؟ وعندما يواجه العلم بأسئلة كهذه، لا يكون لديه ما يقوله، بل ولا يمكننا حتى أن نتخيل ما يكونه نوع التقدم العلمي الذي قد يجعل الإجابة عن ذلك ممكنة، هناك نطاق كامل يستبعد تماماً عن أى بحث علمي -النطاق الذي يختص بأصل العالم، ومعنى حال البشرية، و"مصير" الحياة البشرية- وليس الأمر أن هذه أسئلة تافهة، فكل واحد منا يتساءل عنها إن أجلاً أو عاجلاً، ولكن هذه الأسئلة، التي يسميها كارل بوبر<sup>(٢)</sup> بأنها "مطلقة"، هي من أمور العقيدة، والميتافيزيقا، بل والشعر، ولا يمكن للعلم الإجابة عنها.

إذا قصرنا أنفسنا على أسئلة لها علاقة بالعلم، يمكننا أن نسأل عن نوع العوامل التي يمكن أن تحد العلم، ناقش بيت مداور<sup>(٣)</sup> هذا السؤال، وهو يميز نوعين من عوامل التحديد الممكنة، الأول: أن تقدم العلم قد يتوقف نتيجة بعض خاصية تلازم صميم عملية البحث العلمي، وكمثل لذلك، فإن عملية البحث قد يجرى لها تلقائياً تباطؤ مطرد لتتوقف من نفسها، ومن الممكن أن نتصور أن تنامي العلم قد يكون محدداً بالطريقة التي يتحدد بها ارتفاع المبانى، من حيث أنها لا يمكن أن تتصاعد للأبد تجاه السماء، أو يكون محدداً بالطريقة التي يتحدد بها حجم حيوان، مثل الفيل، من حيث

أنه لا يستمر في النمو إلى ما لا نهاية في كل الاتجاهات، وقد نتساءل أيضاً إن كان العلم قادراً على تجاوز قدر معين من المعرفة، ولكننا بديهياً لا نرى ما يمكن أن يجد المعرفة بهذه الطريقة ويجبر البحث على أن يتوقف من تلقاء نفسه.

والاحتمال الآخر أنه: قد يكون هناك حدٌ للمعرفة العلمية بعكس أوجه القصور البشرية، عندما نعالج مجالاً جديداً، نتعلم أولاً، ما هو أسهل، ولا يحدث إلا بعدها أن نتناول ما هو معقد، وما هو صعب، وتتطلب هذه المرحلة الثانية رهافة أكثر، وأجهزة أفضل، وتحليلاً أشد صرامة، هناك تماثلان قياسيان يفيدان في حديثنا عن الجهاز الإدراكي، عندما نذهب لصيد السمك بشبكة، يعتمد حجم السمك الذي نمسك به على ثقب الشبكة، ومن الممكن أن يكون لشبكنا الإدراكية ثقب أوسع من أن تمسك بأسماك تقل عن حجم معين، وبالمثل فإن قوة عدسات الميكروسكوب لا ترجع إلى قدرتها على التكبير كما في حالات المنظار المكبر، فما يتيح للميكروسكوب أن يكشف عن التفاصيل هي قدرته على زيادة حدة الوضوح، حدث في منتصف القرن التاسع عشر أن زيد من إتقان صنع الميكروسكوب البصري إلى حد أنه طرح ما يوجد من بنى مختلفة في الخلية، ولكنه لم يكشف عن تفاصيلها، ولم تكن الفيروسات على وجه الخصوص مرئية تحت الميكروسكوب، وأصبحت مرئية فقط بالميكروسكوب الإلكتروني، ويمكننا أن نتساءل عما إذا كان هناك بعض قيد لما يوجد من قدرة على زيادة شدة الوضوح للمخ البشري أو للجهاز الحسي البشري، وحتى هذه اللحظة لا يمكننا حقاً أن نتخيل ما يمكن أن يقيد قدرتنا التحليلية بهذه الطريقة، ولكننا لا نعرف أبداً ما سيحدث فلعل المخ البشري غير قادرٍ على فهم المخ البشري.

بالإضافة إلى إمكان وجود تحديد لما "يستطيع" البشر تعلمه، قد نتساءل أيضاً عن إمكان وجود قيود لما "ينبغي" أن نتعلمه، وبكلمات أخرى هل هناك معلومات تؤدي إلى معرفة من الأفضل ألا نكتسبها؟ هل هناك في البحث العلمي قيد يفرض ليس بسبب مدى القدرة على المعرفة، وإنما تفرضه القوة التي تضفيها المعرفة؟ هل يجب علينا التوقف عن تعلم أمور معينة خوفاً مما قد تُستخدم فيه هذه المعرفة؟ هذه نقطة مهمة، ذلك أنه على الرغم من أننا كثيراً ما نُستحث على الإحجام عن تطبيقات معينة للعلم، إلا أنه لم يحدث إلا في النادر أن ينادى بأنه ينبغي تجنب المعرفة نفسها، عندما لقح باستير الغنم عند نهاية القرن الماضي ضد مرض الجمرة (الأنثراكس)، ضج الفلاحون وعمد القرى المجاورة مطالبين بأنه يجب إيقاف هذا المغفل قبل أن يدمر كل حيوانات المزرعة المحلية، ولحسن الحظ لم يستمع إليهم أحد، وعندما حاول الإيكولوجيون(\*) في

---

(\*) الإيكولوجيا فرع علم الأحياء الذي يدرس العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها. (المترجم)

نهاية السبعينيات حظر أبحاث الهندسة الوراثية لم تُتبع نصيحتهم، ويتأسس كل علم الطب حالياً على أبحاثها التي تم تنفيذها من وقتها، ولكننا فى كل هذه الحالات كانت لدينا المعرفة من قبل، وتركز النقاش على تطبيقاتها فحسب، هل ينبغي لنا أو لا ينبغي أن نستخدم النباتات المهندسة وراثياً، مع وجود خطر لأن يصيب التحول حقولاً بأسرها؟ هل ينبغي لنا أو لا ينبغي أن نستخدم البكتريا لصنع بروتينات مفيدة، مثل عوامل النمو أو الهرمونات، مع وجود خطر لإنتاج مسوخ؟

يكمن فى الأساس من هذه الأسئلة الشك الأكبر فيما إذا كان ينبغي حتى أن نواصل اكتساب جوانب معينة من المعرفة نفسها. وكمثل، يمكننا أن نتخيل بالنسبة للوراثيات البشرية أن فك شفرة الطاقم الوراثى البشرى يحتمل أن يكون له نتائج خطيرة، على أن هذا الخطر أيضاً، إن كان له وجود، سيكون فى النهاية فى تطبيق المعرفة المكتسبة الجديدة، وليس فى المعرفة نفسها، ليس فى إمكاننا أن نوقف التماس المعرفة، فلا يمكن الفصل بين المعرفة والنوع البشرى، ذلك أن التماس فهم الطبيعة هو جزء من الطبيعة البشرية، وكما ذكرت من قبل، فنحن لا نستطيع أن نتنبأ بالاتجاه الذى سيتخذه بحث بدأ فى التو، ولا بما قد يترتب عليه، فنحن لا نستطيع أن نواصل ما سيصبح علماً "خيراً" وأن نتوقف عما قد نعتبره علماً "شريراً"، وإذا كنا لا نستطيع التوقف عن البحث، فإننا أيضاً لن نستطيع الإبقاء على جزء منه فقط، وعلى أى حال ليس لدينا ما نخافه من الحقيقة، سواء أتنا من الوراثة أو من مجال آخر، أما ما علينا أن نخاف منه فهو إساءة تصور النتائج وما يضيفه الناس عليها من معنى مشوه.

مر ما يزيد عن ثلاثمائة عام منذ مولد العلم فى الغرب -منذ أن جرب أن يدس يده فى كل شئ- منذ استخدامه لإنشاء ما نسميه بالحضارة الحديثة، أصبح العلم مصدر كل عناصر التكنولوجيا المعاصرة: تلك التى نحبا، كالمطائرات، والتليفزيون، والبنسلين، والتحم فى النسل، وتلك التى نمقتها، مثل القنابل النووية- الحرارية، والمبيدات الحشرية، وأنواع أخرى كثيرة من التلوث، وثلاثمائة عام ليست فترة جد طويلة، ولكنها طويلة بما يكفى لمحاولة تقييم العملية، لنقرر إذا كانت هذه الطريقة للتناول تخدم البشرية أو لا تخدمها، وهناك شئ من الاختلاف فى الرأى بشأن هذا الموضوع، ترددت منذ البداية أصوات معارضة، أصوات كانت تزداد حدة من آن لآخر- كما حدث مثلاً مع بداية الثورة الصناعية، أو مع وفود الطاقة النووية- أصوات كانت تهتف، هكذا وصل بنا الحال! يكفى هذا! أوقفوا كل شئ! هيا بنا نعود وراء! هيا نجد نسقاً آخر، شيئاً أقل خطراً على النوع البشرى!".



والعلماء بالطبع لهم منظور آخر، فالمشروع العلمى يمثل بالنسبة لهم أعظم نجاح بشرى، والعلم والفنون معاً هما ما يتيحان حقاً للمغامرة البشرية أن تنمى من إمكاناتها لأقصى حد، على أن ما أنجزه العلم حتى الآن هو مجرد بداية، والحقيقة أن العلم لم يلد فى الواقع منذ ثلاثمائة عام، فهو لم يتنام على نحو منهجى إلا منذ حوالى القرن، وهو لم يقع على إيقاعه إلا من خمسين سنة لا غير، فأصبح نوعاً من مؤسسه تنتشر فى أرجاء العالم كله، بصرف النظر عن الحدود، أو الأمم، أو اللغات، أو العقائد، على أنه يحدث فى نفس الوقت أنه كلما زاد العلم تقدماً، زاد ما نتبينه من أنه مازالت هناك حاجة إلى فعل الكثير، فمازالت البيولوجيا مثلاً فى طفولتها، لقد بدأ وجودها فى التو لا غير، لتجلب فى أعقابها طباً وليداً، وعندما نبقى على استمرارية جهود البحث العلمى، فإن ما ينتظرنا من آفاق لن يكون فحسب فى التحكم فى الكثير من الأمراض أو فى التحسينات الزراعية، وإنما سيحدث أيضاً عندما يزيد حسن استيعابنا للعمليات الرئيسية فى عالم الأحياء، أن سنتمكن عندها من أن نأمل فى تعلم المزيد عن أنفسنا، فنحن نريد فى لهفة أن نعرف من نكون، ومن أين أتينا، وما الذى نفعله هنا.. وكما سبق أن ذكرت فقد سلمنا بأن العلم لا يمكنه الإجابة عن كل الأسئلة، إلا أنه على أى حال يستطيع أن يعطينا بعض الإشارات وأن يستبعد فروضاً معينة، وانشغالنا بمواصلة العلم قد يساعدها فى أن نقلل الأخطاء التى نرتكبها، وهذا فيه نوع من الرهان، ولكن بدائل ذلك ليست جد كثيرة، وبالإضافة، فإن عددنا الآن يبلغ البلايين الخمسة، وغداً سنبلغ ستة بلايين، بعد غد عشرين، وهناك مشاكل رهيبية يختزنها المستقبل للبشرية، وها هنا أيضاً يبدو أن مواصلة العلم أمر لا غنى عنه لالتماس الحلول.

لعل الاكتشاف الرئيسى خلال هذا القرن من الأبحاث والعلم هو اكتشاف عمق جهلنا بالطبيعة، وكلما زاد ما نتعلمه، زاد تحققنا من مدى جهلنا، وهذا فى ذاته خبر مهم، خبر لا ريب فى أنه كان سيذهل أسلافنا فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، فلأول مرة نستطيع أن نجابه جهلنا بجرأة، زعمنا لزمان طويل أننا نفهم الطريقة التى تجرى بها الأمور، أو أننا ببساطة كنا نصطنع حكايات نسد بها الثغرات، أما الآن، وقد بدأنا فى دراسة الطبيعة دراسة جدية، فقد أصبح لدينا فكرة أفضل عن مدى اتساع الأسئلة، وعن المسافة التى يجب أن نقطعها حتى نبدأ فى الإجابة عنها، الخطر الأعظم على البشرية ليس فى تنامى المعرفة، وإنما هو الجهل.

بدأتُ هذا الكتاب وأنا أحاول تفسير السبب فى أن حالنا يرتبط ارتباطاً لا ينفصم بما لا يمكن التنبؤ به، وبإستحالة الإجابة عن السؤال الذى يهمنى أكثر من غيره: ما الذى سيحدث غداً؟ وعدم معرفتنا بما سيجلبه الغد تؤثر فى كل واحد منا تأثيراً

مختلفاً، فبعض الناس يونون أن يعرفوا ما إذا كانوا سيجدون عملاً، أو ما إذا كانوا سيكسبون فى السباق، أو ما إذا كان محبوبهم مازالوا يحبونهم، أو ما إذا كانوا سيقون أحياء، أما أقصى ما يهمنى أنا شخصياً فهو أنى لا أعرف ما سيكون عليه العالم بعد خمسمائة عام، أو مائة عام، أو حتى بعد عشرين عاماً.

إننا مزيج هائل من الأحماض النووية والذاكرة، ومن الشهوة والبروتينات، وقد انشغل القرن الذى ينتهى الآن بالأحماض النووية والبروتينات، أما القرن التالى فسوف يركز على الذاكرة والشهوة، هل ستكون له القدرة على الإجابة عن الأسئلة التى يطرحانها؟



### المراجع

- 1- Robert O. Ballou, ed., "Analects of Confucius (Lun yu)," in the Bible of the World, book 13 (New York: Viking, 1939), p. 411.
- 2- Karl Raimund Popper, the Logic of Scientific discovery (London ;Hutchinson, 1968).
- 3- Peter Brian Medawar, the limits of science (New York, Harper and Row, 1984), p.67.

## معجم إنجليزي عربي

### [A]

Agglomerate	تكيب
Alleles	أليلات
Allosteric, proteins	بروتينات ألوستيرية
Alzheimer	ألزهايمر، مرض
Amniocentesis	بزل السائل الأمنيوسي
	بزل السلي
Amphioxus	رمحيات
Ankylosing spondylitis	التهاب الفقرات التيبسي
Anthrax	مرض الجمرة
Anti electron	مضاد الإلكترون
	(البوزيترون)
Anti matter	مضاد المادة
Anti quark	مضاد الكوارك
Asymptote	خط المقاربة
	(رياضيات)

### [B]

Bacteriophage	البكتروفاج
	(فاج) فيروس يهاجم البكتريا
Balancer	دبوس التوازن
	(حشرات)
Baroque	باروك (أسلوب فني)
Big bang	الانفجار الكبير
	(كونيات)
Biopsy	خزعة، أخذ عينة من
	نسيج (طب)
Blue print	طبعة التصميم الزرقاء

### [C]

Cambrian time	العصر الكمبري
	(جيولوجيا)
Cardio vascular system	الجهاز الدوري
Chromosomes	كروموزومات - صبغيات
Chromosomes, homologous	كروموزومات متناظرة
Clone	نسيلة - (نسخة)
Coitus interruptus	جماع عذلي
	جماع مع القذف
	خارج المهبل
Colloidal	غرواني
Combinatorial system	منظومة
	توليف بالتباديل والتوافيق
Congener	مجانس، من الجنس نفسه
	تشوه خلقي
Congenital malformation	
Cosmogony	نظرية نشأة الكون
Crystallography	علم البلورات
Cystic fibrosis	التليف الكيسي
	(مرض وراثي)

### [D]

Diagnosis, prenatal	تشخيص قبل ولادي
Differentiation, cell	تمايز، الخلية
Dissymmetry, molecular	لاسمتريّة، جزيئية

Diversification

DNA

DNA, probers

DNA, recombinant

Domain

Dominant, trait

Drosophila

Duchenne's

myopathy

تنوع

دنا، حامض دي

أوكسي ريبونوكليك

مجسات دنا

دنا المؤلف

نطاق

سائدة، صفة وراثية

دروزوفيللا، ذبابة

الفاكهة

اعتلال ديوشين

العضلي

## [E]

Ecologe

Electron

Electrostatic

Embryo

Embryology

Empirical

Encephalization

Entomology

Enzyme

Erector set

Ethnology

Eugenics

إيكولوجيا- علم التنبؤ

إلكترون

كهروستاتيكي

جنين- مضغة

علم الأجنة

إمبريقي- تجريبي

تكوين المخ

علم الحشرات

إنزيم

مجموعة إنشائية

إثنولوجيا، علم الأعراق

علم تحسين النسل،

يوجينيا

نو نواة حقيقية

القتل الرحيم

إكسونات

Eukaryotic

Euthanasia

Exons

## [G]

Gastrulation

Gene pool

Gene therapy

Gene vectors

Genealogical

Genetic engineering

Genome

Genotype

Germ cells

التمعد

مستودع جيني

علاج بالجينات

ناقلات الجين

خاص بالأنساب

هندسة وراثية

طاقم وراثي- جينوم

تركيب وراثي

خلايا جرثومية،

البويضة والحيوان

المنوي

Greenhouse effecr

ظاهرة بيت النباتات،

التصوب

## [H]

Hemochromatosis, idiopathic

Hemophilia

Heterozygote

Hierarchy

HLA

Holistics

Homeotic genes

Homo Sapiens

Homozygote

Huntington's chorea

الصباغ الدموي،

التلقائي

هيموفيليا- ناعور

زيجوت مخلط

تراتب- تراكب-

هيراركية

هلا- انتيجن الخلايا

الليمفاوية البشرية

كليات

جينات تعيين الموضع

هوموسابينز، الإنسان

العاقل (نوع)

زيجوت أصيل

مرض رقصة

هنتجتون

Hypothetico-  
deductive method

المنهج الفرضي-  
الاستنباطي

## [I]

Imaginal discs  
Inbreeding  
Incest  
Introns

أقراص يافعية  
استيلاد داخلي  
زواج المحارم  
انترونات

## [K]

Kinetics

حركات

## [L]

Lesion  
Loop, regulatory  
Lymphocytes  
Lysogeny

آفة  
حلقة منظمة  
خلايا ليمفاوية  
تحلل

## [M]

Markers  
Marxism  
Materialism  
Materialism,  
dialectical  
Metabolism  
Metameres

واسمات  
مذهب الماركسية  
مذهب المادية  
مذهب المادية الجدلية  
الأبيض  
قطاعات متكررة

Metamorphosis

Microbiology

Mitochondria

Modules

Motil

Molecular biology

Monoclonal

Morphogenesis

Morphology

## [N]

Natural selection

Negative mutation

Neo-Lamarckism

Neuroblastoma

Niche

Nucleotides

تحور  
ميكروبيولوجيا  
ميتوكوندريا  
وحدات مستقلة مكملة  
موتيف  
بيولوجيا جزيئية  
أحادي النسيلة، نقي  
التكوين المورفولوجي،  
التشكل  
مورفولوجيا- دراسة  
الشكل

الانتخاب الطبيعي  
طفر سلبي  
اللاماركية الجديدة  
نيوروبلاستوما، ورم  
الأرومة العصبية  
موقع بيئي  
نيوكليوتيدات

## [O]

Oncogenesis

Oogenesis

Osmotic

تكوين الورم  
تكوين البويضة  
اسموزي

## [P]

Paleontology

Pan-spermia

Pathology

باليونتولوجيا  
جراثيم كونية للحياة  
باثولوجيا، علم الأمراض



Poptide chain	سلسلة ببتيدية
Phenylketonuria	بول الفينول الكيتونى
Planarians	ديدان مسطحة
Polycystic kidney disease	مرض التكيس المتعدد الكلى
Polymerization	بلمرة
Prognosis, of disease	مآل، المرض
Protobacterium	بكتريا بدائية، أولية
Punctuated equilibrium	التوازن المتقطع

## [Q]

Quantum theory	نظرية الكم
Quark	كوارك، جسيم أساسى فى تكوين البروتون والنيوترون

## [R]

Receptor - Ligand interactions	تفاعلات المتلقى- الرابط
Recessive trait	صفة وراثية متنحية
Reductionism	مذهب الاختزالية
Relativity theory	نظرية النسبية
Ribosom	ريبوزوم
RNA	رنا، حامض ريبيونوكليك
RNA messenger	رنا الرسول

## [S]

Sexuality	جنسوية
Speculative knowledge	المعرفة بالنظر

Sporulation	تبوغ
Synthesis, inducible	تخليق حثى

## [T]

Taboo	تابو
Targer genes	جينات مستهدفة
Terato carcinoma	سرطان مسخى
Theogory	ثيوچونيا- مبحث فى أصل الآلهة وتعددتها
Transcendentalism	مذهب الترانسندبتالية
Transcription	استنساخ
Trophoblast	تروفوبلاست، الأرومة الاغذائية
Twins, identical	توائم متطابقة

## [U]

Upanishad	يوبانيشاد، كتب هندية مقدسة قديمة
Utopianism	الطوبوية

## [V]

Vitalism	المذهب الحيوى
----------	---------------

## معجم عربى إنجليزى

Baroque	باروك (أسلوب فنى)
Paleontology	باليونتولوجيا
Peptide	ببتيد
Amino centesis	بذل السائل الأمينوسى
Protobacterium	بذل السلى
Bacteriophage	بكتريا بدائية (أولية)
Polymerization	بكتريوفاج
Phenylketonuria	بلمرة
Polypeptide	بول الفينول الكيتونى
Molecular biology	بوليببتيد
	البيولوجيا الجزيئية

## [ت]

Taboo	تابو
Sporulation	تبوغ
Lysogeny	تحلل
Metamorphosis	تحور
Inducible synthesis	تخليق حثى
Hierarchy	تراتب، تراكب
	هرمية-هيراركية
Transcendentalism	ترانسندنتالية (مذهب)
Genotype	تركيب وراثى
Trophoblast	تروفوبلاست-أرومة
	اغذائية
Prenatal diagnosis	تشخيص قبل ولادى
Congenital malformation	تشوه خلقى
Agglomeration	تكبب
Oogenesis	تكوين البويضة
Morphogenesis	تكوين الشكل، تشكّل



Lesion	آفة
Ethnology	إثنولوجيا، علم الأعراق
Reductionism	اختزالية (مذهب)
Transcription	استنساخ
In breeding	استيلاد داخلى
Osmotic	إسموزى
Duchenne's myopathy	اعتلال ديوشين العضلى
Imaginal discs	أقراص يافعية
Exons	إكزونات
Neo-Lamarckism	اللاماركية الجديدة
Ankylosing spondy lific	التهاب الفقرات
Alzheimer	التيبسى
Allosteric (Proteins)	ألزهايمر (مرض)
Electron	ألستورية (بروتينات)
Empirical	إلكترون
Natural selection	إمبريقى، تجريبى
Introns	انتخاب طبيعى
Enzyme	انترونات
Big bang	إنزيم
Meta bolism	الانفجار الكبير
Ecology	الأيض
	إيكولوجيا، علم التبيؤ

## [ب]

Pathology	باثولوجيا، علم الأمراض
-----------	------------------------

Gene	جين، مورث
Gene, Homeotic	جين تحديد الموضع
Gene, target	جين مستهدف
Gene therapy	علاج جيني
Gene pool	مستودع جيني
Gene vectors	ناقلات الجين

## [ح]

Loop, regulatory	حلقة منظمة
Kinetics	حركات

## [خ]

Biopsy	خزعة، أخذ عينة من نسيج (طب)
Asymptote	خط المقاربة
Germ cells	خلايا جرثومية (البويضة- المنى)
Lymphocytes	خلايا ليفقاوية
Vitalism	حيوية المذهب الحيوى

## [د]

Balancer	ديوس توازن (حشرات)
Drosophila	دروزو فيلا، ذبابة الفاكهة
DNA	دنا، حامض دى أوكسى ريبونوكليك
DNA, recombinant	دنا المولف
Planarians	بيدان مسطحة

Encephalization	تكوين المخ
Oncogenesis	تكوين الورم
Polycystic kidney	مرض تكيس الكلى
disease	المتعدد
Cystic fibrosis	تليف كيسى (مرضى)
Cellular	تمايز خلوى

differentiation	تمعد
Gastrulation	تنوع
Diversification	توائم متطابقة
Identical Twins	التوازن المتقطع
Punctuated	توليفى
equilibrium	منطومة توليفية
Combinatorial	بالتبادل والتوافق
combino system	

## [ث]

Theogony	ثيوچونيا، مبحث أصل وتعدد الآلهة
----------	------------------------------------

## [ج]

Pan- sper mia	جراثيم كونية للحياة
Monoclonal antibody	جسم مضاد أحادى النسيلة، نقي
Coitus interraptus	جماع عزلى، جماع مع القذف خارج المهبل
Anthrax	جمرة (مرض)
Sexuality	جنسوية
Embryo	جنين، مضغة
Cardio vascular	الجهاز الدورى
system	

## [ذ]

نونواة حقيقية

Eukaryotic

## [ط]

Genome  
Blue print  
Negative mutation  
Utopianism

طاقم وراثي، جينوم  
طبعة التصميم الزرقاء  
طفر سلبي  
طويوية

## [را]

رقص هنتنجتون  
(مرض)  
رمحيات  
رنا، حـامض  
ريبونوكليك  
رنا الرسول  
ريبوزوم

Huntington's  
Chorea  
Amphioxus  
RNA

## [ظ]

Greenhouse effect

ظاهرة بيت  
النباتات (الصوبة)،  
التصوب

RNA, messenger  
Ribosome

## [ع]

Embryology  
Crystallography  
Eugenics  
Entomology

علم الأجنة  
علم البلورات  
علم تحسين النسل،  
يوجينيا  
علم الحشرات

Incest  
Heterozygous  
Homozygous

## [زا]

زواج المحارم  
زيجوت مغلط  
زيجوت أصيل

## [س]

سائدة، صفة وراثية  
سرطان مسخي

Dominant, trait  
Terato carcinoma

## [غ]

Colloidal

غرواني

## [ق]

Euthanasia  
Metamere

القتل الرحيم  
قطاع متكرر

Idiopathic  
hemochromatosis

## [ص]

الصباغ الدموي  
التقائي

## [ك]

Hypothetico-deductive method

المنهج الفرضي - الاستنباطي

Niche

موقع بيئي

Mitochondria

ميتوكوندريا

Microbiology

ميكروبيولوجيا

Chromosome

كروموزوم، صبغى

Chromosomes, homologous

كروموزومات، متناظرة

Holistics

كليات

Quantum, theory

الكم، نظرية

Cambrian

كمبرى (عصر

جيولوجى)

Electrostatic

كهروستاتيكي

Quark

كوارك (جسيم

أساسى فى البروتون

والنيوترون)

## [ن]

Relativity

النسبية (نظرية)

Clone

نسيطة، نسيخة

Cosmogony

نشأة الكون

Domain

نطاق

Neuroblastoma

نيوروبلاستوما، ورم

الأرومة العصبية

Nucleotides

نيوكليوتيدات

Electrostatic

كهروستاتيكي

Quark

كوارك (جسيم

أساسى فى البروتون

والنيوترون)

## [م]

## [هـ]

HLA

هلا، أنتيجن الخلايا

الليمفاوية البشرية

Genetic engineering

هندسة وراثية

Homo sapiens

هوموسابينز، الإنسان العاقل

Hemophilia

هيموفيليا، ناعور

Prognosis

مال

Materialism

المادية (مذهب)

Marxism

الماركسية (مذهب)

Receptor- Ligand,

المتلقى- الرابط،

interactions

تفاعلات

Recessive, trait

متتخية، صفة وراثية

Congener

مجانس، من الجنس

نفسه

DNA prober

محسس دنا

Erector set

مجموعة إنشائية

Antielectron

مضاد الكترون،

بوزيترون

Antiquark

مضاد كوارك

Anti matter

مضاد المادة

Motif

موتيف (فن)

Speculative

المعرفة بالنظر

knowledge

Morphologe

مورفولوجيا، دراسة

التشكل (الشكل)

## [ى]

Markers

واسمات

Modules

وحدات مستقلة مكملة

Upanishad

يوبانيشاد، كتب هندية

مقدسة قديمة



## المشروع القومى للترجمة

١- اللغة العليا (طبعة ثانية)	جون كوين	ت. أحمد درويش
٢- الوثنية والإسلام	ك. مادهو باننيكار	ت. أحمد فؤاد بليغ
٣- التراث المسروق	جورج جيمس	ت. شوقي جلال
٤- كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كارييتكوف	ت. أحمد الحضري
٥- ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت. محمد علاء الدين منصور
٦- اتجاهات البحث اللساني	ميلكا إفيتش	ت. سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
٧- العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولمان	ت. يوسف الأنطكي
٨- مشعلو الحرائق	ماكس فريش	ت. مصطفى ماهر
٩- التغيرات البيئية	أندروس. جودي	ت. محمود محمد عاشور
١٠- خطاب الحكاية	جيرار جينيت	ت. محمد معصم وعبد الجليل الأزدي وعمر طي
١١- مختارات	فيسوافا شيمبوريسكا	ت. هناء عبد الفتاح
١٢- طريق الحرير	ديفيد براونستون وايرين فرانك	ت. أحمد محمود
١٣- ديانة الساميين	روبرتسن سميث	ت. عبد الوهاب علوب
١٤- التحليل النفسي والأدب	جان بيلمان نويل	ت. حسن المودن
١٥- الحركات الفنية	إدوارد لويس سميث	ت. أشرف رفيق عفيفي
١٦- أثينة السوداء	مارتن برنال	ت. يشارف أحمد عثمان
١٧- مختارات	فيليب لاركين	ت. محمد مصطفى بدوي
١٨- الشعر النسائي فى أمريكا اللاتينية	مختارات	ت. طلعت شاهين
١٩- الأعمال الشعرية الكاملة	جورج سفيريس	ت. نعيم عطية
٢٠- قصة العلم	ج. ج. كراوثر	ت. يمنى طريف الخولي / بدوي عبد الفتاح
٢١- خوذة وألف خوذة	صمد بهرنجى	ت. ماجدة العنانى
٢٢- مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	ت. سيد أحمد على الناصري
٢٣- تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	ت. سعيد توفيق
٢٤- ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت. بكر عباس
٢٥- مثنوى	مولانا جلال الدين الرومى	ت. إبراهيم الدسوقي شتا
٢٦- دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت. أحمد محمد حسين هيكل
٢٧- التنوع البشرى الخلاق	مقالات	ت. نخبة
٢٨- رسالة فى التسامح	جون لوك	ت. منى أبو سنه
٢٩- الموت والوجود	جيمس ب. كارس	ت. بدر الديب
٣٠- الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو باننيكار	ت. أحمد فؤاد بليغ
٣١- مصادر دراسة التاريخ الإسلامى	جان سوفاجيه - كلود كاين	ت. عبد الستار الطوجى / عبد الوهاب علوب
٣٢- الانقراض	ديفيد روس	ت. مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣- التاريخ الاقتصادى لإفريقيا الغربية	أ. ج. هويكنز	ت. أحمد فؤاد بليغ
٣٤- الرواية العربية	روجر آلن	ت. حصة إبراهيم المنيف
٣٥- الأسطورة والحداثة	بول. ب. ديكسون	ت. خليل كلفت

- ٢٦- نظريات السرد الحديثة
- ٢٧- واحة سيوة وموسيقاها
- ٢٨- نقد الحداثة
- ٢٩- الإغريق والحسد
- ٤٠- قصائد حب
- ٤١- ما بعد المركزية الأوربية
- ٤٢- عالم ماك
- ٤٣- اللهب المزوج
- ٤٤- بعد عدة أصياف
- ٤٥- التراث المغفور
- ٤٦- عشرون قصيدة حب
- ٤٧- تاريخ النقد الأدبي الحديث (١)
- ٤٨- حضارة مصر الفرعونية
- ٤٩- الإسلام في البلقان
- ٥٠- ألف ليلة وليلة أو القول الأسير
- ٥١- مسار الرواية الإسبانية الأمريكية
- ٥٢- العلاج النفسي التدعيمى
- ٥٣- الدراما والتعليم
- ٥٤- المفهوم الإغريقى للمسرح
- ٥٥- ما وراء العلم
- ٥٦- الأعمال الشعرية الكاملة (١)
- ٥٧- الأعمال الشعرية الكاملة (٢)
- ٥٨- مسرحيتان
- ٥٩- المحبرة
- ٦٠- التصميم والشكل
- ٦١- موسوعة علم الإنسان
- ٦٢- لذة النص
- ٦٣- تاريخ النقد الأدبي الحديث (٢)
- ٦٤- برتراند راسل (سيرة حياة)
- ٦٥- فى مدح الكسل ومقالات أخرى
- ٦٦- خمس مسرحيات أندلسية
- ٦٧- مختارات
- ٦٨- نتاشا العجوز وقصص أخرى
- ٦٩- العالم الإسلامى فى أولئ القرن العشرين
- ٧٠- ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية
- ٧١- السيدة لا تصلح إلا للرمى
- والاس مارتن
- بريجيت شيفر
- ألن تورين
- بيتر والكوت
- آن سكستون
- بيتر جران
- بنجامين بارير
- أوكتايفو پاث
- ألدوس هكسلى
- روبرت ج دنيا - جون ف أ فاين
- بابلو نيرودا
- رينيه ويليك
- فرانسوا دوما
- هـ . ت . نوري
- جمال الدين بن الشيخ
- داريو بيانوبيا وخـ . م بينياليستى
- بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج .
- روجسيفيتز وروجر بيل
- أ . ف . ألنجتون
- ج . مايكل والتون
- جون بولكنجهوم
- فديريكو غرسية لوركا
- فديريكو غرسية لوركا
- فديريكو غرسية لوركا
- كارلوس مونييث
- جوهانز ايتين
- شارلوت سيمور - سميث
- رولان بارت
- رينيه ويليك
- ألان وود
- برتراند راسل
- أنطونيو جالا
- فرناندو بيسوا
- فالتين راسبوتين
- عبد الرشيد إبراهيم
- أوخينيو تشانج رودريجت
- داريو فو
- ت : حياة جاسم محمد
- ت : جمال عبد الرحيم
- ت : أنور مغيث
- ت : منيرة كروان
- ت : محمد عيد إبراهيم
- ت : عطف أصد / إبراهيم قحى / مصود ملج
- ت : أحمد محمود
- ت : المهدي أخريف
- ت : مارلين تادرس
- ت : أحمد محمود
- ت : محمود السيد على
- ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
- ت : ماهر جويجاتى
- ت : عبد الوهاب علوب
- ت : محمد يرانة وعثمانى لليلود ويوسف الأطلكى
- ت : محمد أبو العطا
- ت : لطفى فطيم وعادل دمرداش
- ت : مرسى سعد الدين
- ت : محسن مصيلحى
- ت : على يوسف على
- ت : محمود على مكى
- ت : محمود السيد ، ماهر البطوطى
- ت : محمد أبو العطا
- ت : السيد السيد سهيم
- ت : صبرى محمد عبد الفنى
- مراجعة وإشراف : محمد الجوهري
- ت : محمد خير البقاعى .
- ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
- ت : رمسيس عوض .
- ت : رمسيس عوض .
- ت : عبد اللطيف عبد الحليم
- ت : المهدي أخريف
- ت : أشرف الصباغ
- ت : أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
- ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشار
- ت : حسين محمود

- ٧٢- السياسي العجوز ت . ص . إليوت ت : فؤاد مجلى
- ٧٣- نقد استجابة القارئ جين . ب . توميكنز ت : حسن ناظم وعلى حاكم
- ٧٤- صلاح الدين والمماليك فى مصر ل . ا . سيمينوفا ت : حسن بيومى
- ٧٥- فن التراجى والسير الذاتية أندريه موروا ت : أحمد درويش
- ٧٦- چاك لاكن وإغواء التحليل النفسى مجموعة من الكتاب ت : عبد المقصود عبد الكريم
- ٧٧- تاريخ النقد الأدبى الحديث ج ٢ رينيه ويليك ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
- ٧٨- العولمة - النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية رونالد روبرتسون ت : أحمد محمود ونورا أمين
- ٧٩- شعرية التأليف بوريس أوسبىنسكى ت : سعيد القانمى وناصر حلاوى
- ٨٠- بوشكين عند «نافورة الدموع» ألكسندر بوشكين ت : مكارم الفمري
- ٨١- الجماعات المتخيلة بتدكت أندرسن ت : محمد طارق الشرقاوى
- ٨٢- مسرح ميجيل ميجيل دى أونامونو ت : محمود السيد على
- ٨٣- مختارات غوتفريد بن ت : خالد المعالى
- ٨٤- موسوعة الأدب والنقد مجموعة من الكتاب ت : عبد الحميد شبيحة
- ٨٥- منصور الحلاج (مسرحية) صلاح زكى أقطاى ت : عبد الرازق بركات
- ٨٦- طول الليل جمال مير صادق ت : أحمد فتحى يوسف شتا
- ٨٧- نون والقلم جلال آل أحمد ت : ماجدة العنانى
- ٨٨- الابتلاء بالغرب جلال آل أحمد ت : إبراهيم الدسوقي شتا
- ٨٩- الطريق الثالث أنتونى جينز ت : أحمد زايد ومحمد محبى الدين
- ٩٠- وسم السيف ميگل دى ترياتس ت : محمد إبراهيم مبروك
- ٩١- المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق باربر الاسوستكا ت : محمد هناء عبد الفتاح
- ٩٢- أساليب ومضامين المسرح كارلوس ميگل ت : نادية جمال الدين
- ٩٣- الإسبانيونأمريكي المعاصر مايك فيذرستون وسكوت لاش ت : عبد الوهاب غلوب
- ٩٤- محدثات العولمة صمويل بيكيت ت : فوزية العشماوى
- ٩٥- الحب الأول والصحة أنطونيو بويرو بايخو ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
- ٩٦- مختارات من المسرح الإسباني قصص مختارة ت : إنوار الخراط
- ٩٧- ثلاث زنبقات ووردة فرنان برودل ت : بشير السباعى
- ٩٨- هوية فرنسا مج ١ نماذج ومقالات ت : أشرف الصباغ
- ٩٩- الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى ديفيد روبنسون ت : إبراهيم قنديل
- ٩٩- تاريخ السينما العالمية بول هيرست وجراهام تومبسون ت : إبراهيم فتحى
- ١٠٠- مساعلة العولمة بيرنار فاليط ت : رشيد بنحو
- ١٠١- النص الروائى (تقنيات ومناهج) عبد الكريم الخطيبى ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
- ١٠٢- السياسة والتسامح عبد الوهاب المؤتب ت : محمد بنيس
- ١٠٣- قبر ابن عربى يليه آباء بروتولت بريشت ت : عبد الغفار مكاوى
- ١٠٤- أوبرا ماهوجنى چيرارچينيت ت : عبد العزيز شيبيل
- ١٠٥- مدخل إلى النص الجامع د . ماريا خيسوس روبييرامتى ت : د . أشرف على دعدور
- ١٠٦- الأدب الأندلسى نخبة ت : محمد عبد الله الجعيدى
- ١٠٧- صورة الفدائى فى الشعر الأمريكى المعاصر

١٠٨- ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسي	مجموعة من النقاد	ت : محمود على مكي
١٠٩- حروب المياه	جون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠- النساء في العالم النامي	حسنة بيجوم	ت : منى قطان
١١١- المرأة والجريمة	فرانسييس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢- الاحتجاج الهادي	أرلين علوي ماركليود	ت : إكرام يوسف
١١٣- راية التمرد	سادى بلانت	ت : أحمد حسان
١١٤- مسرحيات حصاد كونجى وسكان المستنقع	وول شوينكا	ت : نسيم مجلى
١١٥- غرفة تخص المرء وحده	فرچينيا وولف	ت : سمىة رمضان
١١٦- امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧- المرأة والجنوسة في الإسلام	ليلي أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨- النهضة النسائية في مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩- النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهرى سنيل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠- الحركة النسائية والتطور في الشرق الأوسط	ليلي أبو لغد	ت : نخبه من المترجمين
١٢١- الدليل الصغير في كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	ت : محمد الجندي ، وإيزابيل كمال
١٢٢- نظام العبودية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣- الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نيل الكسندر وفنابولينا	ت : أنور محمد إبراهيم
١٢٤- الفجر الكاذب	جون جراي	ت : أحمد فؤاد بلبع
١٢٥- التحليل الموسيقي	سيدريك ثورپ ديشي	ت : سمحه الخولى
١٢٦- فعل القراءة	فولفانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧- إرهاب	صفاء فتحي	ت : بشير السباعي
١٢٨- الألب المقارن	سوزان باسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩- الرواية الاسبانية المعاصرة	ماريا نولورس أنيس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠- الشرق يصعد ثانية	أندريه جوندرفرانك	ت : شوقي جلال
١٣١- مصر القديمة (التاريخ الاجتماعى)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢- ثقافة العولة	مايك فينرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣- الخوف من المرايا	طارق على	ت : طلعت الشايب
١٣٤- تشريح حضارة	بارى ج. كيمب	ت : أحمد محمود
١٣٥- المختار من نقد ت. س. إليوت	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦- فلاحو الباشا	كينيث كونو	ت : سحر توفيق
١٣٧- مذكرات ضابط في الحملة الفرنسية	جوزيف ماري مواريه	ت : كاميليا صبحي
١٣٨- عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	إيقلينا تارونى	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩- النظرية الشعرية عند إليوت وأدونيس	عاطف فضول	ت : أسامة إسبر
١٤٠- حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	ت : أمل الجبوري
١٤١- اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢- الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومي
١٤٣- قضايا التنظير في البحث الاجتماعى	ديريك لايدار	ت : عدلى السمرى
١٤٤- صاحبة اللوكاندة	كارلو جولونوى	ت : سلامة محمد سليمان

١٤٥- موت أرتيميو كروث	كارلوس فوينتس	ت : أحمد حسان
١٤٦- الورقة الحمراء	ميجيل دي ليبس	ت : على عبدالرؤوف البمبي
١٤٧- خطبة الإدانة الطويلة	تاتكريد نورست	ت : عبدالغفار مكاوي
١٤٨- القصة القصيرة (النظرية والتقنية)	إنريكي أندرسون إمبرت	ت : على إبراهيم على منوفى
١٤٩- النظرية الشعرية عند إليوت وأونيس	عاطف فضول	ت : أسامة إسبر
١٥٠- التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليمان	ت : منيرة كروان
١٥١- هوية فرنسا مج ٢ ، ج ١	فرنان برودل	ت : بشير السباعي
١٥٢- عدالة الهنود وقصص أخرى	نخبة من الكتاب	ت : محمد محمد الخطابي
١٥٣- غرام الفراعنة	فيولين فاتويك	ت : فاطمة عبدالله محمود
١٥٤- مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	ت : خليل كلفت
١٥٥- الشعر الأمريكي المعاصر	نخبة من الشعراء	ت : أحمد مرسى
١٥٦- المدارس الجمالية الكبرى	جى أنبال وآلان وأوديت فيرمو	ت : مى التلمساني
١٥٧- خسرو وشيرين	النظامى الكتوجى	ت : عبدالعزيز بقوش
١٥٨- هوية فرنسا مج ٢ ، ج ٢	فرنان برودل	ت : بشير السباعي
١٥٩- الإيديولوجية	ديفيد هوكس	ت : إبراهيم فتحى
١٦٠- آلة الطبيعة	بول إيرليش	ت : حسين بيومى
١٦١- من المسرح الإسباني	اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	ت : زيدان عبدالحليم زيدان
١٦٢- تاريخ الكنيسة	يوحنا الآسيوى	ت : صلاح عبدالعزيز محجوب
١٦٣- موسوعة علم الاجتماع	جوردن مارشال	ت : مجموعة من المترجمين
١٦٤- شامبوليون (حياة من نور)	جان لاکوتير	ت : نبيل سعد
١٦٥- حكايات التغلب	أ. ن أفانا سيفا	ت : سهير المصادقة
١٦٦- العلاقات بين المتنين والعلمانيين فى إسرائيل	يشعياهو ليتمان	ت : محمد محمود أبو غدير
١٦٧- فى عالم طاغور	رابندراناث طاغور	ت : شكرى محمد عياد
١٦٨- دراسات فى الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	ت : شكرى محمد عياد
١٦٩- إبداعات أدبية	مجموعة من المبدعين	ت : شكرى محمد عياد
١٧٠- الطريق	ميفيل دليبيس	ت : بسام ياسين رشيد
١٧١- وضع حد	فرانك بيجو	ت : هدى حسين
١٧٢- حجر الشمس	مختارات	ت : محمد محمد الخطابي
١٧٣- معنى الجمال	ولتر ستيس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤- صناعة الثقافة السوداء	ايليس كاشمور	ت : أحمد محمود
١٧٥- التليفزيون فى الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦- نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	ت : جلال البنا
١٧٧- أنطون تشيخوف	هنرى تروايا	ت : حصّة إبراهيم المنيف
١٧٨- مختارات من الشعر اليونانى الحديث	نخبة من الشعراء	ت : محمد حمدي إبراهيم
١٧٩- حكايات أيسوب	أيسوب	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠- قصة جاويد	إسماعيل فصيح	ت : سليم عبد الأمير حمدان
١٨١- النقد الأدبى الأمريكى	فنتسنت ب. ليتش	ت : محمد يحيى
١٨٢- العنف والنبوة	وب. بيتس	ت : ياسين طه حافظ
١٨٣- جان كوكتو على شاشة السينما	رينيه چيلسون	ت : فتحى العشرى



١٨٤- القاهرة... حالة لا تنام	هانز إيندورفر	ت: نسوقى سعيد
١٨٥- أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت: عبد الوهاب علوب
١٨٦- معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل أنوود	ت: إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧- الأرضة	بُزرج علوى	ت: علاء منصور
١٨٨- موت الادب	الفين كرنان	ت: بدر الديب
١٨٩- العمى والبصيرة	بول دى مان	ت: سعيد الغانمى
١٩٠- محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت: محسن سيد فرجاني
١٩١- الكلام رأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت: مصطفى حجازى السيد
١٩٢- سياحت نامه إبراهيم بيك ج١	زين العابدين المراغى	ت: محمود سلامة علاوى
١٩٣- عامل المنجم	بيتر أبزاهامز	ت: محمد عبد الواحد محمد
١٩٤- مختارات من النقد الأنجلو-أمريكى	مجموعة من النقاد	ت: ماهر شفيق فريد
١٩٥- شتاء ٨٤	إسماعيل فصيح	ت: محمد علاء الدين منصور
١٩٦- المهلة الأخيرة	فالتين راسبوتين	ت: أشرف الصباغ
١٩٧- الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت: جلال السعيد الحفناوى
١٩٨- الاتصال الجماهيرى	انورين إمزى وآخرون	ت: إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩- تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لاندائوى	ت: جمال احمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠- صحايا التنمية	جيرمى سيبروك	ت: فخزى لبيب
٢٠١- الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	ت: أحمد الأنصارى
٢٠٢- تاريخ النقد الأدبى الحديث ج٤	رينيه ويليك	ت: مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٢- الشعر والشاعرية	ألطف حسين حالى	ت: جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤- تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شاراز	ت: أحمد محمود هويدى
٢٠٥- الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافالى- سفورزا	ت: أحمد مستجير
٢٠٦- الهيولية تصنع علما جديدا	جيمس جلايك	ت: على يوسف على
٢٠٧- ليل إفريقى	رامون خوتاسنديز	ت: محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨- شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوربان	ت: محمد أحمد صالح
٢٠٩- السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت: أشرف الصباغ
٢١٠- مثنويات حكيم سنائى	سنائى الغزنوى	ت: يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١- فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	ت: محمود حمدي عبد الغنى
٢١٢- قصص الأمير مرزيان	مرزيان بن رستم بن شروين	ت: يوسف عبد الفتاح فرج
٢١٣- مصر منذ قدم نابليون حتى رحيل عبدالناصر	ريمون قلاور	ت: سيد أحمد على الناصرى
٢١٤- قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيننز	ت: محمد محمود محى الدين
٢١٥- سياحت نامه إبراهيم بيك ج٢	زين العابدين المراغى	ت: محمود سلامة علاوى
٢١٦- جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت: أشرف الصباغ
٢١٧- عولة السياسة العالمية	جون بايلس و ستيت سميث	ت: وجيه سمعان عبد المسيح
٢١٨- رايولا	خوليو كورتازان	ت: على إبراهيم على منوفى
٢١٩- بقايا اليوم	كازو ايشجورو	ت: طلعت الشايب
٢٢٠- الهيولية فى الكون	بارى باركر	ت: على يوسف على
٢٢١- شعرية كفافى	جريجورى جوزدانيس	ت: رفعت سلام

٢٢٢- فرانز كافكا	رونالد جرای	ت نسیم مجلی
٢٢٣- العلم فی مجتمع حر	بول قیراینر	ت- السيد محمد نقادی
٢٢٤- دمار یوغسلافیا	برانکا ماجاس	ت مفی عبدالظاهر إبراهیم السيد
٢٢٥- حکایة غریق	جابرئیل جارئیا مارکث	ت السيد عبدالظاهر السيد
٢٢٦- أرض المساء وقصائد أخرى	دیفید هربت لورانس	ت: طاهر محمد علی البربری
٢٢٧- المسرح الإسبانی فی القرن السابع عشر	موسی ماردیا دیف بورکی	ت السيد عبدالظاهر عبدالله
٢٢٨- علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانیت وولف	ت ماری تیریز عبدالمسیح وخاله حسن
٢٢٩- مأزق البطل الوحيد	نورمان کیمان	ت- أمیر إبراهیم العمری
٢٣٠- عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاکوب	ت- مصطفى إبراهیم فهمی





تنفيذ وطباعة: Stampa  
تليفون: ٢٤٤٦٨٧٣ - ٢٤٦٠٢٤٤



